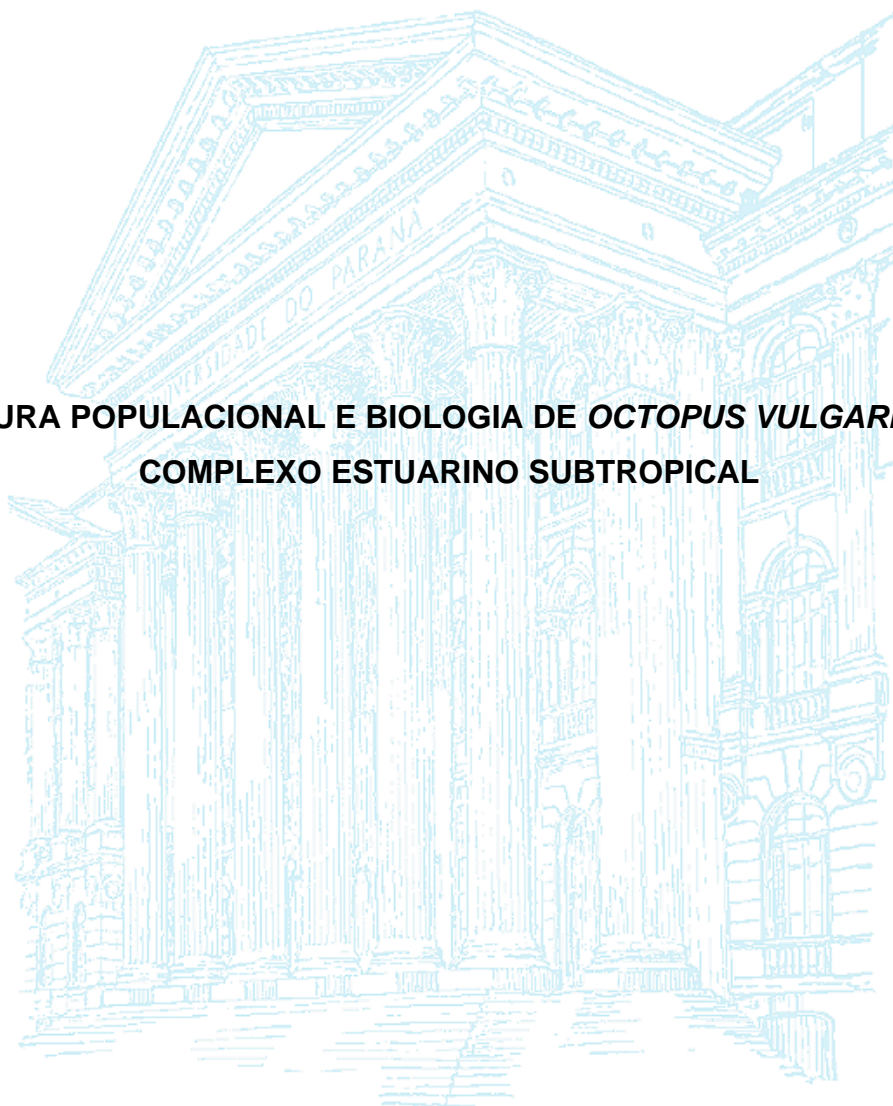


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

FABRICIO STRUFALDI MAZZINI

**ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *OCTOPUS VULGARIS* EM UM  
COMPLEXO ESTUARINO SUBTROPICAL**



PONTAL DO PARANÁ  
2013

FABRICIO STRUFALDI MAZZINI

**ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *OCTOPUS VULGARIS* EM UM  
COMPLEXO ESTUARINO SUBTROPICAL**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos.

Orientadora: Prof. Dra. Érica Alves González Vidal.

PONTAL DO PARANÁ  
2013

*“DESCRIÇÃO HIDROGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DA  
DINÂMICA POPULACIONAL DE OCTOPUS VULGARIS NO  
COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL”*

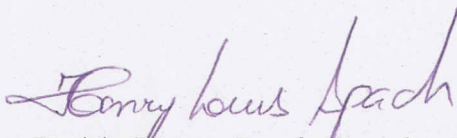
POR

Fabricio Strufaldi Mazzini

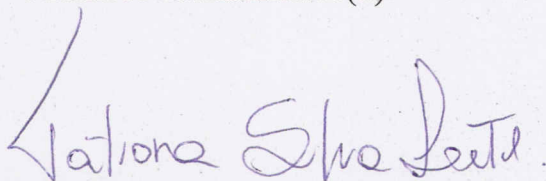
Dissertação nº 113 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre(a)  
no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da  
Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos  
professores:



Dr(a). Érica Alves Gonzáles Vidal - UFPR  
Orientador(a) e Presidente(a)



Dr(a). Henry Louis Spach - UFPR  
Membro Examinador(a)



Dr(a). Tatiana Silva Leite - UFRN  
Membro Examinador(a)

Pontal do Paraná, 26/04/2013.

CATALOGAÇÃO NA FONTE:  
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

M477e Mazzini, Fabricio Strufaldi  
Estrutura populacional e biologia de *Octopus vulgaris* em um complexo estuarino subtropical. / Fabricio Strufaldi Mazzini. – Pontal do Paraná, 2013.  
60 f.; 29 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Érica Alves Gonzáles Vidal.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. *Octopus vulgaris*. 2. Estrutura populacional. 3. Abundância. 4. Paralarva. 5. Características hidrográficas. I.Título. II. Vidal, Érica Alves Gonzáles. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 594.56



## **CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS COSTEIROS E OCEÂNICOS**

**Centro de Estudos do Mar - Setor Ciências da Terra - UFPR**

Avn. Beira-mar, s/nº - Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil  
Tel. (41) 3511-8644 - Fax (41) 3511-8648 - www.cem.ufpr.br - E-mail: pgsisco@ufpr.br

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

Fabricao Strufaldi Mazzini

#### **DESCRIÇÃO HIDROGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA POPULACIONAL DE OCTOPUS VULGARIS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre(a) em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do  
Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Dr(a). Érica Alves Gonzáles Vidal - UFPR  
Orientador(a) e Presidente(a)

Dr(a). Henry Louis Spach - UFPR  
Membro Examinador(a)

Dr(a). Tatiana Silva Leite - UFRN  
Membro Examinador(a)

Pontal do Paraná, 26/04/2013.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais (Waldo e Claudia), avós (Aldo, Dalila e Zoraide), irmã (Fabiana), cunhado (Larry) e tios (Fábio e Renata) pelo apoio e amor, acima de tudo.

À minha orientadora Érica Alves González Vidal, por ter me orientado novamente com muita paciência e dedicação.

Aos amigos Eduardo, Denis, Marcelo, Pira, Tiago, Zé, Gustavo, Bruno, Rafael, pelas boas risadas nos momentos divertidos, ótimas conversas, e pelas aflições nos momentos de pressão também.

Às queridas amigas Luana Barros, Luana Mocelin, Gleici, Nathália, Fernanda, por estarem sempre presentes e alegrando os meus dias.

A todos os companheiros de laboratório, pelas ajudas, conselhos e risadas.

Aos demais amigos que estiveram presentes ao longo destes dois anos.

Aos professores e funcionários do Centro de Estudos do Mar, que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais essa etapa.

Em especial, aos marinheiros do CEM, Moisés e Josias, que foram fundamentais para o sucesso das coletas, excelentes churrascos, risadas e muita paciência para aguentar as 13 horas de campo, duas vezes por mês.

E ao Sid (o cachorro pretinho manchado), meu principal companheiro na fase final desta dissertação, quando chegava abanando o rabo logo cedo ao me encontrar no CEM e ficava ao meu lado o dia inteiro, dormindo ou brincando.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Área de estudo, Marina Ponta do Poço, localizada na desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil.....	16
FIGURA 2: Desenho esquemático da Marina Ponta do Poço. Esquema fora de escala...18	
FIGURA 4: Protocolo amostral delineando a realização das perfilações com S4 e arrasto de zooplâncton. ....	19
FIGURA 3: Método de medição do CM e DEO em um <i>Octopus vulgaris</i> macho. ....	21
FIGURA 5: Perfis de temperatura em cada ciclo de maré, entre os meses de agosto/12 a janeiro/13. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a temperatura é representada na escala de cores. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.....	26
FIGURA 6: Perfis de salinidade em cada ciclo de maré, entre os meses de agosto/12 a janeiro/13. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a salinidade é representada na escala de cores. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.....	28
FIGURA 7: Valores médios de temperatura e salinidade na coluna d'água ao longo dos seis meses de coletas. As letras Q e S ao lado das datas representam períodos de quadratura e sizígia, respectivamente. ....	29
FIGURA 8: Perfis de velocidade de corrente durante os ciclos de maré. São apresentados os perfis apenas das coletas que foram encontradas paralarvas. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a escala de cores representa a velocidade de corrente. As velocidades negativas referem-se à maré vazante e as velocidades positivas à maré enchente. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.....	31
FIGURA 9: Paralarva de <i>Octopus vulgaris</i> com 1,23 mm de CM capturada com rede de zooplâncton de 500 µm. a) Vista dorsal e b) vista ventral. ....	33
FIGURA 10: Frequência de polvos capturados por mês de coleta. ....	35
FIGURA 11: Frequência de polvos capturados por classes de peso.....	36
FIGURA 12: Frequência de polvos capturados por classes de CM.....	37
FIGURA 13: Frequência de polvos capturados por classes de DEO.....	38
FIGURA 14: Dispersão dos pontos da correlação entre CM e peso. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados. ....	39
FIGURA 15: Dispersão dos pontos da correlação entre DEO e peso. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados.....	40
FIGURA 16: Dispersão dos pontos da correlação entre CM e DEO. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados.....	41
FIGURA 17: Frequência dos estágios de maturação da gônada em cada mês. ....	42

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Cronograma de perfilagens e arrastos de zooplâncton.....	20
TABELA 2: Escalas de maturação sexual para <i>O. vulgaris</i> . ....	22
TABELA 3: Data, hora, maré, comprimentos de manto (CM), comprimento total (CT) e densidade de paralarvas de <i>Octopus vulgaris</i> e <i>Lolliguncula brevis</i> coletadas. ....	33
TABELA 4: Data, área, tempo de mergulho, número de polvos visualizados e densidade durante os mergulhos de censo visual. ....	34
TABELA 5: Número de indivíduos (N), peso médio, desvio padrão (DP) e pesos máximo e mínimo dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo. ....	35
TABELA 6: Número de indivíduos capturados (N), CM médio, desvio padrão (DP) e CM máximo e mínimo dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo. ....	37
TABELA 7: Número de indivíduos (N), distância média entre os olhos, desvio padrão (DP) e DEO máxima e mínima dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo. ....	38
TABELA 8: Valores de Frequência absoluta (Fa), frequência relativa (Fr), número de indivíduos, resultados do teste qui-quadrado ( $X^2$ ) e significância ( $P$ ) das diferenças entre proporções sexuais observadas e esperadas ao longo dos meses de estudo. O mês de fevereiro não foi incluído nos testes por possuir apenas um polvo.....	41
TABELA 9: Amplitude, média e desvio-padrão (DP) do peso, CM e DEO em cada estágio macroscópico de maturação para cada sexo de <i>Octopus vulgaris</i> .....	43
TABELA 10: Resultados da ANOVA para a comparação das médias das variáveis biométricas entre os estágios de maturação gonadal, e resultado do teste de Tukey, indicando entre quais estágios as diferenças são encontradas.....	44



## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
Área de estudo.....	14
Parâmetros hidrográficos e correntográficos.....	16
Zooplâncton .....	17
Censo Visual / Densidade.....	17
Protocolo amostral .....	18
Variáveis biométricas.....	20
Aspectos reprodutivos .....	21
Análise dos dados .....	22
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
Descrição hidrográfica e correntográfica .....	25
Paralarvas .....	32
Censo visual .....	33
Variáveis biométricas.....	34
Peso.....	35
Comprimento do manto (CM).....	36
Distância entre os olhos (DEO).....	37
Relação entre as variáveis.....	39
Proporção sexual e estágio de maturação das gônadas .....	41
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## **Population structure and biology of *Octopus vulgaris* in a subtropical estuarine complex**

Estrutura populacional e biologia de *Octopus vulgaris* em um complexo estuarino subtropical

**Revista pretendida:** Brazilian Journal of Oceanography, ISSN (1679-8759), Fator de impacto = 0.2913, Qualis CAPES = Estrato B2.

Fabricio S. Mazzini<sup>1</sup>, Gustavo E. Yamassaki<sup>1</sup>, Érica A. G. Vidal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná – Av. Beira Mar s/n, Caixa Postal 61, 83255-976, Pontal do Paraná, PR, Brasil.

**Keywords:** *Octopus vulgaris*, population structure, abundance, paralarvae, hydrographic characteristics.

**Palavras-chave:** *Octopus vulgaris*, estrutura populacional, abundância, paralarva, características hidrográficas.

## RESUMO

O polvo comum *Octopus vulgaris* tem se tornado um dos cefalópodes mais estudados, devido ao seu alto valor comercial e à crescente demanda como recurso marinho em muitos países. O estudo das relações entre sua estrutura populacional e os fatores ambientais que a determinam é de fundamental importância para um maior conhecimento de sua ecologia, possibilitando a criação de medidas de conservação e manejo eficazes. Devido à presença de *O. vulgaris* na Marina Ponta do Poço (25°32'822"S; 48°23'283"O), dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá e a falta de informações sobre sua dinâmica populacional, o presente estudo teve por objetivo realizar uma descrição hidrográfica do local, determinar a distribuição e abundância relativa de paralarvas, densidade de juvenis e adultos, proporção sexual e determinar o estágio de maturação gonadal dos indivíduos. Entre agosto de 2012 e janeiro de 2013, a temperatura da água variou de 19 a 28 °C e a salinidade entre 23 e 34. As velocidades de corrente tiveram máximas de 120 cm s<sup>-1</sup> na maré vazante e 73 cm s<sup>-1</sup> durante a enchente. A densidade de paralarvas variou entre 0 e 0,033 ind. m<sup>-3</sup>, e durante os mergulhos para o censo visual, foi estimada uma abundância relativa de polvos de 0 a 0,023 ind. m<sup>-2</sup>. Machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas quanto às médias de peso, comprimento do manto e distância entre os olhos, e as variáveis biométricas foram altamente correlacionadas entre si. A proporção sexual não diferiu significativamente de 1:1, e o estágio III (maturo) foi o mais frequente na primavera, sendo substituído pelos estágios I (imaturo) e II (em maturação) no verão. Os resultados mostraram que na primavera e verão há uma agregação reprodutiva de *O. vulgaris* na Marina Ponta do Poço, local que oferece condições favoráveis em termos de disponibilidade de abrigo e alimento, propiciando a ocorrência desde juvenis imaturos, adultos maturos, desova e eclosão das paralarvas. Além disso, as características hidrográficas permitem uma ampla dispersão de paralarvas, favorecendo uma distribuição ainda maior de *O. vulgaris* no Complexo Estuarino de Paranaguá, fundamental para a manutenção da população de polvos na região.

Palavras-chave: *Octopus vulgaris*, estrutura populacional, abundância, paralarva, características hidrográficas.

## ABSTRACT

The common octopus *Octopus vulgaris* has become one of the most studied and well known cephalopod species due to its high commercial value and the rising market demand for this marine resource in many countries. The study of the relationship between *O. vulgaris* population structure and the environmental factors which determine it is fundamental for a better understanding of the ecology of the species, allowing for the creation of effective measures for its conservation and management. Given the presence of *O. vulgaris* in the Ponta do Poço Marina (25°32'822"S; 48°23'283"O), inside the Paranaguá Estuarine Complex, and the lack of information on its population dynamics on the coast of Paraná, this study presents a hydrographic description for the named location; an estimation of paralarval abundance; and data on juvenile and adult density, sexual proportion, biometric measurements, and individual gonadal maturation stage. Water mean temperature varied from 19 to 28 °C between August 2012 and January 2013, and salinity varied between 23 and 34. Current speed reached a maximum of 120 and 73 cm s<sup>-1</sup> during ebb and flood tides, respectively. Paralarval density varied from 0 to 0.033 ind. m<sup>-3</sup>, and during visual census through SCUBA diving the relative abundance of juveniles and adults was estimated from 0 to 0.023 ind. m<sup>-2</sup>. Males and females did not show significant difference as to the mean values in weight, mantle length, and distance between the eyes, and the biometric variables were highly correlated between themselves. The sexual proportion did not differ significantly from 1:1, and the stage III (mature) was the most frequently seen during spring, while stages I (immature) and II (maturing) were the most frequent during summer. The results show that there is a reproductive aggregation of *O. vulgaris* at the Marina Ponta do Poço during spring and summer, a place which offers favorable conditions in terms of shelter and food availability, favoring the occurrence since immature juveniles, mature adults, spawning and paralarval hatching. Moreover, the hydrographic characteristics allow a wide dispersion of the paralarvae, providing a great distribution of *O. vulgaris* in Paranaguá Estuarine Complex, which is essential to maintain the population of octopuses in the region.

Keywords: *Octopus vulgaris*, population structure, abundance, paralarvae, hydrographic characteristics.

## INTRODUÇÃO

Os polvos são moluscos cefalópodes, da ordem Octopoda, considerados os invertebrados mais ativos e especializados. Estes animais apresentam certas características que podem ser comparadas às dos vertebrados mais desenvolvidos, como um sistema nervoso altamente complexo, visão apurada e capacidade de aprendizado (De Groot, 1995). Devido ao seu alto valor comercial e à crescente demanda em diversos países, como Espanha, Itália e Japão, houve um declínio dos estoques de polvos, assim como das capturas, levando ao aumento de seu valor em cerca de quatro vezes nos últimos trinta anos (3 para 12 US\$ kg<sup>-1</sup>) (FAO, 2012). Por conta disso, o polvo comum *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) tem se tornado uma das espécies de cefalópodes mais estudadas e é considerado um dos recursos marinhos mais importantes do mundo.

Durante muito tempo esta espécie foi considerada cosmopolita, sendo encontrada em águas tropicais, subtropicais e temperadas, com limites de distribuição desconhecidos (Roper et al., 1984). Posteriormente, estudos restringiram a abrangência da distribuição da espécie apenas ao Mediterrâneo, Atlântico oriental e ocidental (Mangold, 1998; Norman, 2000), e sugeriram que *O. vulgaris* agrupa um complexo de espécies semelhantes não diferenciadas (Norman, 2003). Entretanto, pesquisas genéticas também identificaram a ocorrência de *O. vulgaris* no Japão e Taiwan (Takumiya et al., 2005), em ambos os lados da África do Sul (oceanos Atlântico e Índico) (Teske et al., 2007), e Amsterdam e Ilhas Saint Paul, no sul do oceano Índico (Guerra et al., 2010), o que novamente se fez acreditar que *O. vulgaris* representa uma única espécie e possui ampla distribuição geográfica (Vidal et al., 2010b). Porém, novos estudos ainda são necessários para esclarecer e determinar exatamente tal distribuição.

Diversos fatores ambientais podem fornecer informações valiosas no estudo da dinâmica populacional dos polvos. As características do fundo e disponibilidade de abrigos, por exemplo, são importantes fatores que influenciam sua distribuição, pela necessidade de proteção contra predadores (Aronson, 1986; Hanlon e Messenger, 1996). Além do habitat, existem outros fatores que podem influenciar a densidade dos polvos. A importância da sazonalidade na migração de *Enteroctopus dofleini* e no recrutamento de *Octopus tehuelchus* foi descrita por Hartwick et al. (1984), no Canadá, e Iribarne (1991), na Argentina, respectivamente. Moussa-Harouna e Technichkov (1985) observaram que a agregação reprodutiva de *O. vulgaris* tem uma forte relação com a temperatura da água, assim como no estudo de Katsanevakis e Verriopoulos (2004), cuja profundidade e temperatura também se mostraram fatores significantes para a abundância de *O. vulgaris*.

na costa da Grécia. Outros estudos revelaram a importância de fatores biológicos na distribuição de algumas espécies de polvos, como a predação e demanda reprodutiva (Huffard et al., 2008). A disponibilidade de alimentos não foi considerada determinante para a ocorrência de polvos (Mather, 1982; Scheel et al., 2007), embora seja fundamental para a sobrevivência e crescimento de paralarvas (Vidal et al., 2006). Compreender as relações entre a dinâmica populacional de uma espécie e os fatores ambientais que a determina é essencial para um maior conhecimento de sua ecologia, possibilitando a criação de medidas de conservação eficazes, além do manejo e avaliação de possíveis impactos antrópicos.

Por não haver tradição de pesca de polvos e praticamente inexistirem estudos sobre a biologia e ecologia destes cefalópodes no litoral paranaense, o conhecimento de sua ecologia e estrutura populacional é escasso. As informações disponíveis se baseiam em relatos de poucos pescadores artesanais, que acabam capturando os polvos acidentalmente, ou os encontrando durante mergulhos de caça submarina.

Além dessa falta de informações sobre este recurso, outro fato que estimulou a realização do estudo foi a ocorrência de *O. vulgaris* em ambiente estuarino, onde a salinidade frequentemente é inferior a 30. A literatura indica que os polvos são animais exclusivamente marinhos e estenohalinos, e exigem uma salinidade alta para sobreviver, normalmente acima de 32 (Guerra, 1992), não havendo registros de populações de polvo comum estabelecidas em estuários. Portanto, a caracterização da dinâmica populacional de *O. vulgaris* e o conhecimento das variáveis ambientais são importantes para se compreender o ciclo de vida e períodos reprodutivos da espécie na região, gerando informações para seu manejo adequado, dada a sua importância ecológica e comercial.

Com o objetivo de caracterizar as condições oceanográficas e a dinâmica populacional de *O. vulgaris* na desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), mais especificamente na Marina Ponta do Poço, foi realizado uma descrição hidrográfica do local, determinado a distribuição e abundância relativa de paralarvas, densidade de juvenis e adultos, proporção sexual e estágio de maturação gonadal dos indivíduos. Através da correlação entre estas informações, espera-se fornecer subsídios para um melhor entendimento das características populacionais de *O. vulgaris* na Marina Ponta do Poço.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O CEP localiza-se na porção centro-norte do litoral paranaense (25°28'S e 48°25'O) (Fig. 1), sendo limitado ao norte e a oeste pela Serra do Mar, ao sul pela Planície Costeira e a leste pelo Oceano Atlântico. Possui 551 km<sup>2</sup> de área superficial (Noernberg et al., 2006) e recebe a drenagem de aproximadamente 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do estado do Paraná (Mantovanelli, 1999).

O CEP é formado pelas Baías de Laranjeiras e Pinheiros (eixo norte-sul), com 200 km<sup>2</sup> e 30 km de extensão, e as baías de Paranaguá e Antonina (eixo leste-oeste), com 260 km<sup>2</sup> e 50 km de extensão, onde existe uma intensa atividade portuária (Lana et al., 2001). A conexão com o oceano se dá preferencialmente pelos canais Norte e Sul, os quais são divididos pela Ilha do Mel. É geomorfologicamente caracterizado como um estuário de planície costeira, com presença de deltas de maré em sua desembocadura (Angulo, 1992), e possui uma grande diversidade de ambientes, como planícies de maré, baixios, mangues, marismas e costões rochosos, que são fortemente influenciados pela hidrodinâmica, regida principalmente pelas marés e descarga de água doce (Mantovanelli, 1999).

O eixo leste-oeste, que tem uma maior relação comprimento/largura em relação ao norte-sul, tem aporte direto dos principais rios, recebendo maior influência da bacia de drenagem. Por isso, apresenta uma resposta mais rápida e intensa a processos relacionados ao aporte de água doce, como intrusão salina, entrada de sedimentos fluviais, processos de mistura e a formação de zonas de máxima turbidez (Noernberg et al., 2006).

A circulação das águas do estuário é regida pelas correntes de marés com influência sazonal do aporte fluvial (Knoppers et al., 1987). Estima-se que o aporte médio de água doce esteja próximo a 200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e o tempo necessário para troca completa da água do sistema (tempo de residência) seja de aproximadamente 3,5 dias. Em estuários deste tipo, normalmente rasos, a salinidade aumenta de montante para jusante em todas as profundidades (Marone, 1997). A maré apresenta regime semidiurno, com desigualdades diurnas. A variação média da altura da maré é de 1,74 m na sizígia e 1,30 m na quadratura na região da desembocadura sul (Marone e Jamiyanaa, 1997).

O clima da região é classificado como subtropical úmido com verão quente, e de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, onde “C” corresponde ao clima

pluvial temperado, “f” à condição sempre úmida, com chuva todos os meses do ano, e “a” à temperatura média do mês mais quente acima de 22°C (IPARDES, 1990). Com médias pluviométricas anuais de 1988 mm, os meses de verão representam o período mais chuvoso, enquanto os meses de inverno (julho e agosto) correspondem ao período seco.

A hidrodinâmica do CEP e as diferenças geomorfológicas fazem com que a distribuição de sedimentos de fundo ao longo da baía seja heterogênea, com sedimentos variando desde silte fino associado às margens da baía de Antonina até areia grossa e muito grossa nas desembocaduras sul e norte, respectivamente (Lamour et al., 2004).

A área de estudo se concentra em um ponto próximo à desembocadura Sul do CEP, exatamente na Marina Ponta do Poço (25°32'822"S; 48°23'283"O) (Fig. 1), onde tem sido observada a ocorrência de polvos nos últimos anos. A marina foi inaugurada no início de 1989 e, há mais de 23 anos, suas estruturas de sustentação, construídas em concreto, têm servido de hábitat para diversos organismos marinhos incrustantes, como mexilhões, ostras e cracas, além de abrigar crustáceos, peixes e polvos, graças à abundância de alimentos. A profundidade nas bases das pilastras varia entre 4 e 9 m, e o fundo é composto por areia muito fina, cascalhos de origem biogênica (conchas e carapaças), rochas e pedaços ou blocos de concreto, o que proporciona uma ampla variedade de abrigos e tocas para os animais. Afastando-se poucos metros das pilastras, o fundo torna-se basicamente arenoso. Na Ponta do Poço, as velocidades máximas de correntes de maré podem chegar a 141 cm s<sup>-1</sup> na enchente (direção 270°) e 119 cm s<sup>-1</sup> na maré vazante (direção 75°) (Marone, 1997). O local apresenta variações de salinidade em torno dos 30 e a temperatura varia de 15 a 25°C (Angelotti, 2008).



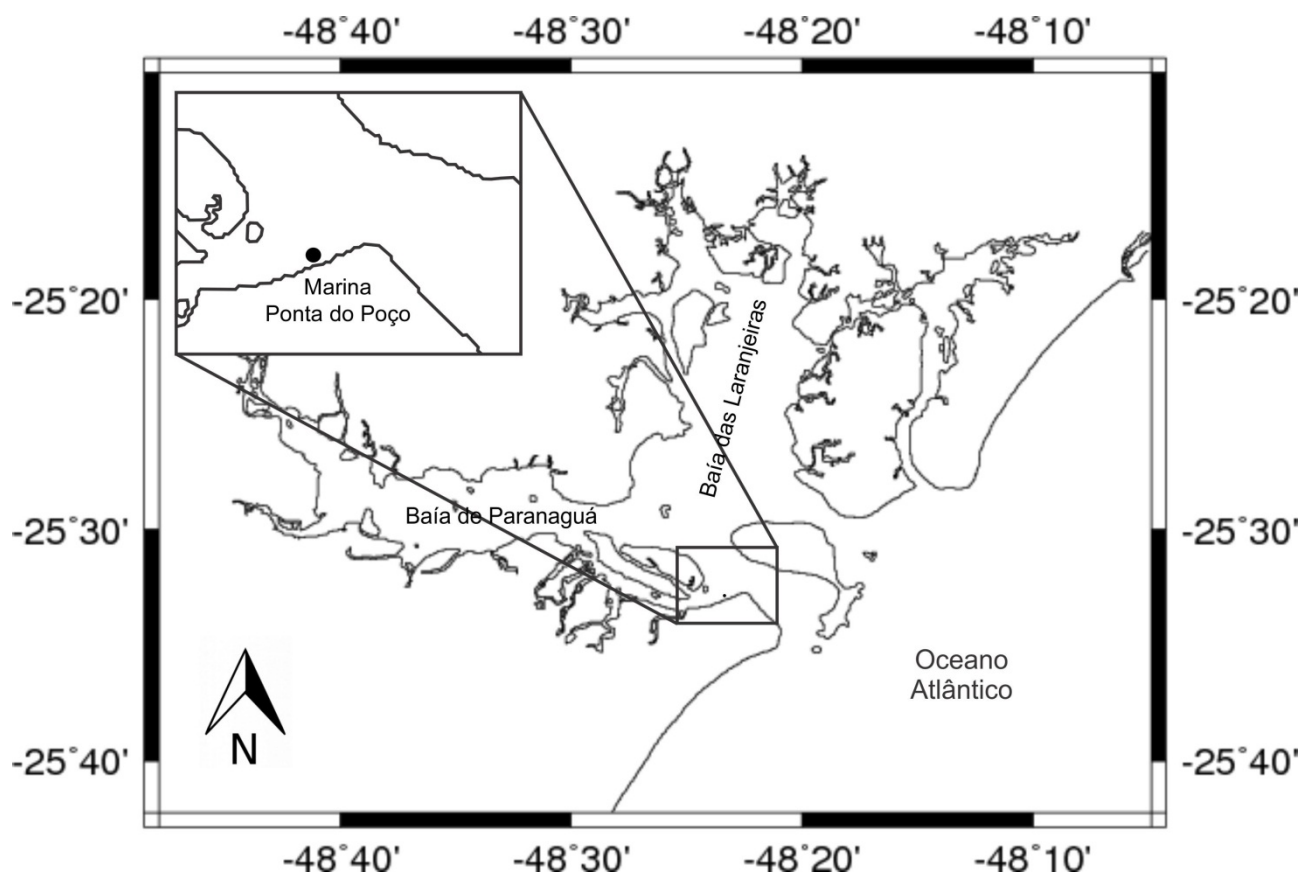


FIGURA 1: Área de estudo, Marina Ponta do Poço, localizada na desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil.

### Parâmetros hidrográficos e correntográficos

Dados de salinidade, temperatura, e velocidade de corrente foram coletados através de perfilagens com um ondógrafo *S4 P* da *InterOcean* (com CTD e correntógrafo), configurado com taxa de armazenagem de dados de dois segundos. As medições foram realizadas na coluna da água, desde o fundo até a superfície, com o barco fundeado exatamente na frente da Marina Ponta do Poço. As perfilagens foram feitas duas vezes por mês, entre agosto de 2012 e janeiro de 2013, totalizando 12 coletas, durante 13 horas. As coletas tiveram início sempre às 07h00min e término às 20h00min. Em cada mês, foi escolhida uma data em maré de sizígia (lua cheia / nova) e outra em maré de quadratura (lua crescente / minguante), para que os dados de um ciclo completo da maré fossem obtidos em situações extremas, de variações máximas e mínimas. Na apresentação dos gráficos, para eliminar o efeito da maré na variação da profundidade, foi utilizada a profundidade adimensional, que varia de 0 a 1, dividindo-se todos os valores pela maior profundidade registrada. Os dados hidrográficos da coleta do dia 06/11/12 não

foram registrados, devido a problemas técnicos do ondógrafo, que não realizou as medições programadas.

## **Zooplâncton**

Exatamente após as perfilagens, foram feitos arrastos de zooplâncton com rede de 500 µm de malha e 0,5 m de boca. Os arrastos foram oblíquos do fundo até a superfície, e tiveram duração de 3 minutos, sendo realizados com o barco navegando contra a corrente de maré. Um fluxômetro foi acoplado à boca da rede para o cálculo do volume de água filtrada ( $V$ ), obtido pela seguinte fórmula:  $V = a \times n \times k$ , onde  $a$  = área da boca da rede;  $n$  = número de giros do fluxômetro e  $k$  = fator de calibração (constante do fluxômetro = 0,3). Durante o ciclo de maré, foram realizados três arrastos consecutivos a cada 3 horas, além de seis arrastos de superfície, três no início do dia e outros três no final da tarde, totalizando 21 amostras por coleta. Os arrastos de superfície foram feitos para tentar identificar se as paralarvas realizam algum tipo de migração nictemeral para capturar alimento na superfície. As amostras foram fixadas em formaldeído 4% neutralizado e, posteriormente, triadas em laboratório, para separação das paralarvas de polvo. As triagens foram feitas em uma lupa Olympus SZ 51, utilizando placas de contagem tipo Bogorov. A densidade de paralarvas ( $d$ ) foi expressa em número de indivíduos ( $y$ ) por  $m^3$  (ind.  $m^{-3}$ ):  $d = y/V$ . Além disso, o comprimento do manto e o comprimento total das paralarvas também foram medidos.

## **Censo Visual / Densidade**

Animais crípticos geralmente dificultam a realização de censo visual, por estarem escondidos dentro de tocas. Porém, os polvos sempre deixam restos alimentares como conchas e carapaças do lado de fora da toca, facilitando a identificação de sua presença. Desta forma, os obstáculos para o censo visual de polvos são minimizados, permitindo um design amostral mais adequado.

A densidade foi obtida através de uma busca visual intensiva por tocas, ao redor da Marina Ponta do Poço, entre as pilastras de sustentação e nas bases das mesmas (Fig. 2). Nos 12 mergulhos realizados entre agosto de 2012 e fevereiro de 2013, todos os polvos observados dentro ou fora das tocas foram contabilizados, e a profundidade e

temperatura registradas, através de um computador de mergulho. A área total onde os mergulhos para o censo visual foram realizados é de aproximadamente 650 m<sup>2</sup>, e a densidade dos polvos(*d*) foi expressa em número de indivíduos (*y*) por m<sup>2</sup> (ind. m<sup>-2</sup>):  $d = y/A$ , no qual *A* foi a área investigada em cada mergulho.

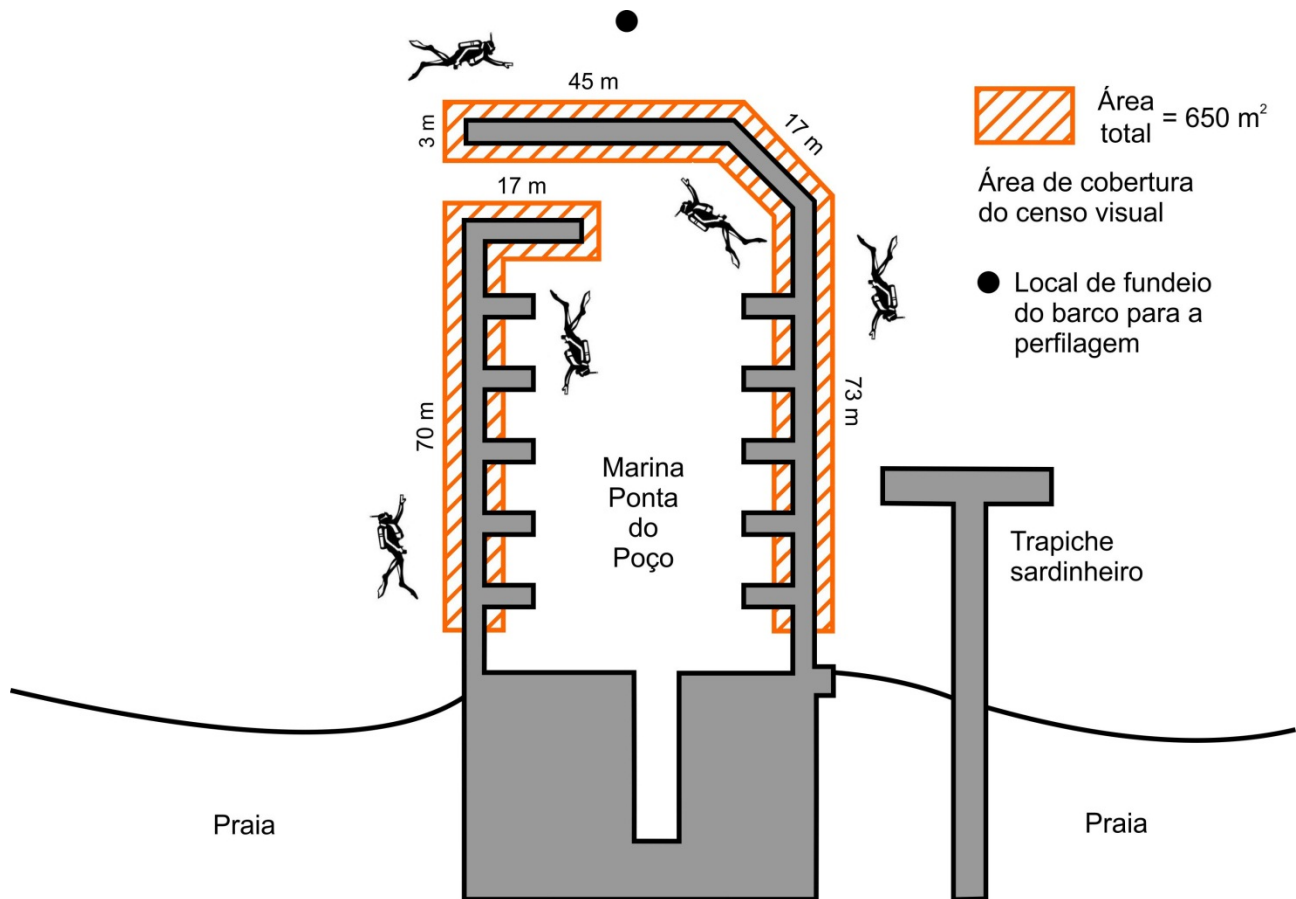


FIGURA 2: Desenho esquemático da Marina Ponta do Poço. Esquema fora de escala.

### Protocolo amostral

Os dados hidrográficos e de zooplâncton foram coletados duas vezes ao mês, uma em período de maré de sizígia e outro em quadratura, de agosto/2012 a janeiro/2013, totalizando 12 coletas (Tabela 2). As perfilagens com S4 foram realizadas a cada hora, durante um ciclo completo de maré semidiurna (12 h), e os arrastos foram feitos a cada 3 horas (Fig. 4).

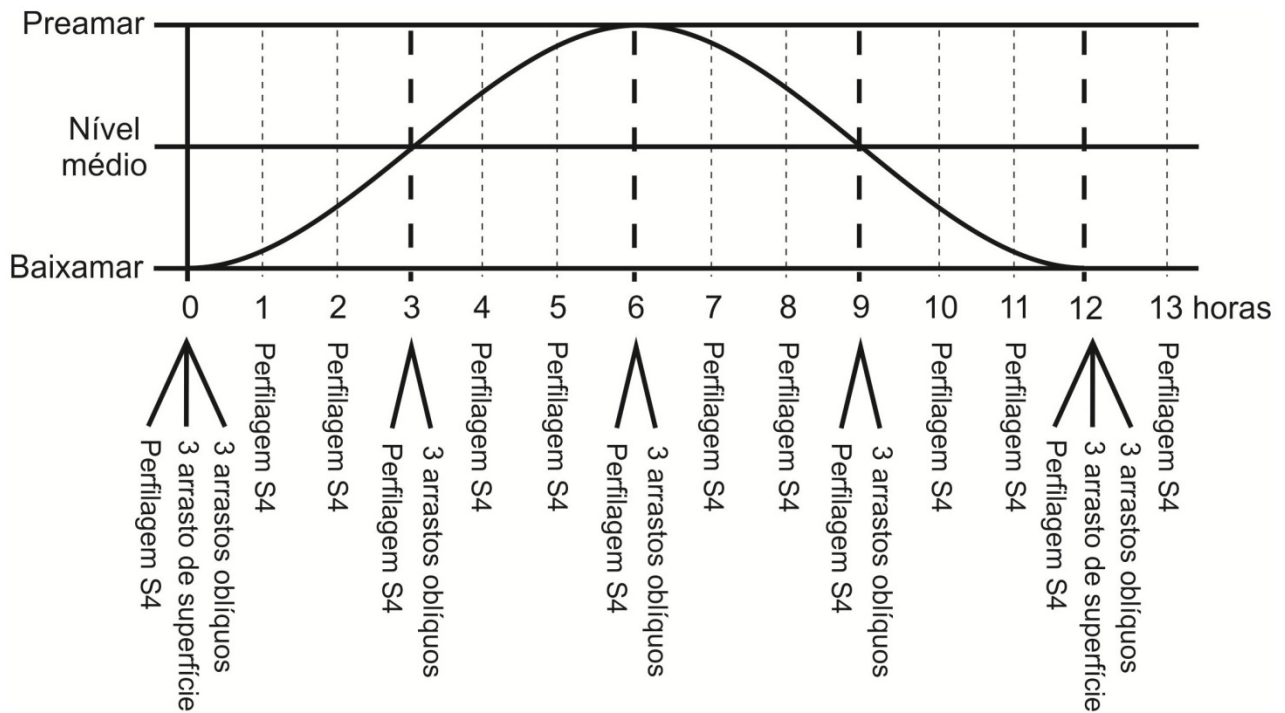


FIGURA 3: Protocolo amostral delineando a realização das perfilagens com S4 e arrasto de zooplâncton.

Os mergulhos para o censo visual foram feitos dependendo das condições de visibilidade, sem obedecer a uma periodicidade. Como se trata de um ambiente estuarino, frequentemente a visibilidade é baixa, pela grande quantidade de matéria orgânica dissolvida e material em suspensão na água. Para maiores chances de água clara, os períodos ideais foram durante as paradas das marés (estofo da cheia ou vazante) de quadratura, quando as velocidades de corrente são mínimas, ressuspensando menos sedimento.

TABELA 1: Cronograma de perfilagens e arrastos de zooplâncton.

Mês	Maré	Período de coleta
Agosto	Quadratura	10 de agosto (Minguante)
	Sizígia	17 de agosto (Nova)
Setembro	Quadratura	07 de setembro (Minguante)
	Sizígia	14 de setembro (Nova)
Outubro	Quadratura	08 de outubro (Minguante)
	Sizígia	15 de outubro (Nova)
Novembro	Quadratura	06 de novembro (Minguante)
	Sizígia	13 de novembro (Nova)
Dezembro	Sizígia	15 de dezembro (Nova)
	Quadratura	20 de dezembro (Crescente)
Janeiro	Quadratura	18 de janeiro (Crescente)
	Sizígia	25 de janeiro (Cheia)

### Variáveis biométricas

Os polvos foram coletados através de mergulho autônomo e de cada indivíduo foi obtido o peso, comprimento do manto (CM), e distância entre os olhos (DEO). O peso foi medido com o auxílio de um dinamômetro digital, em gramas, com duas casas decimais. O CM foi obtido medindo-se, no dorso, a distância entre o meio dos olhos e a extremidade posterior do manto, por meio de uma trena ou paquímetro. E a DEO foi obtida a partir da distância entre um olho ao outro, com o auxílio de um paquímetro (Fig. 3).

O número e o intervalo de classes de peso, CM e DEO das distribuições das frequências absolutas foram obtidas através da fórmula de Sturges (1926):

$$Vi = A/K, \text{ sendo } K = 1 + 3,32 * \log N$$

Onde:

Vi = intervalo de classe;

A = amplitude da variável (máximo – mínimo);

K = número de classes;

N = número de indivíduos.

Desta forma, foram obtidas oito classes de peso com 300 g de intervalo, oito classes de CM com 1,5 cm de intervalo, e sete classes de DEO com 0,5 cm de intervalo.



FIGURA 4: Método de medição do CM e DEO em um *Octopus vulgaris* macho.

### Aspectos reprodutivos

A identificação do sexo foi feita visualmente, quando possível, através da observação do terceiro braço direito, no caso dos machos. O hectocotilo é um braço modificado e sua extremidade não possui ventosas, sendo introduzido na cavidade do manto das fêmeas durante a cópula. Quando não foi possível identificar o hectocotilo, a identificação dos sexos foi realizada pela retirada e visualização das gônadas, através de um corte ventral do manto, sem danificar os órgãos sexuais. A identificação das fêmeas se deu principalmente pela presença das glândulas oviducais, enquanto nos machos pela presença do pênis, testículo e Saco de Needhan (utilizado para armazenar espermatóforos) como principais indicadores.

O estágio de maturação gonadal foi determinado através de análise macroscópica, segundo a escala (Tabela 1) determinada por Guerra (1975) e Lima (2012).

TABELA 2: Escalas de maturação sexual para *O. vulgaris*.

Estágio de maturação	Machos	Fêmeas
I – Imaturo	Testículo pequeno e branco (transparente). Saco de Needham sem espermatozóides.	Ovário muito pequeno, branco e homogêneo; oviductos são semitransparentes e delgados; as glândulas oviduárias são brancas, pequenas e uniformes.
II – Em maturação	Coloração do testículo branco marfim (fosca) e um aumento de tamanho (médio). O vaso deferente alarga, a vesícula seminal e a bolsa de Needham crescem e adquirem uma tonalidade ocre (bege). Alguns espermatozóides podem estar presentes no saco de Needham.	Ovário de tamanho médio, branco e homogêneo; oviductos brancos, largos e mais desenvolvidos; as glândulas oviduárias aumentam e apresentam dupla banda de denticulos de intensa cor branca.
III – Maduro	Testículo branco-creme homogêneo e vaso deferente creme-opaco. Quando o número de espermatozóides produzido é muito grande, o testículo adquire uma coloração e um aspecto típico de esgotamento, quando todo material genético permanece na bolsa de Needham.	Ovário muito grande, amarelado (marfim); oviductos brancos e largos; as glândulas oviduárias apresentam 3 zonas: região anterior branca e denticulada, região média de coloração roxa e a região posterior de coloração perolada.
IV – Pós-cópula	O complexo de Needham continua sendo volumoso apesar de a bolsa estar parcial ou totalmente vazia. O testículo é relativamente pequeno, de cor areia (escura), está cercado de rugas e mostra sintomas claros de exaustão.	No ovário, as membranas estão flácidas e não há sinal de ovos, há restos de tecidos de cor escura cercados por linhas esbranquiçadas; os oviductos adquirem coloração marfim; as glândulas oviduárias se reduzem e escurecem, mas mantêm características citadas na fase III durante algum tempo.

## Análise dos dados

As relações entre as variáveis biométricas foram realizadas para os sexos agrupados, e para machos e fêmeas separadamente. A regressão linear foi aplicada na relação CM x peso e DEO x peso, enquanto a regressão não linear foi utilizada na relação CM x DEO. As regressões não lineares forneceram a equação do tipo função potência, cuja fórmula é expressa por (Santos, 1978):

$$y = ax^b$$

Onde:

y = variável peso;

x = variável CM / DEO;

a = coeficiente linear;

b = coeficiente angular.

O valor de b indica o tipo de crescimento relativo (isométrico ou alométrico), que pode ser alométrico negativo ( $b < 3$ ) ou positivo ( $b > 3$ ). No crescimento alométrico negativo, à medida que x se torna maior, y também se torna maior, mas em uma taxa mais reduzida. No crescimento alométrico positivo, quando x aumenta, y torna-se ainda maior. O crescimento isométrico é caracterizado por  $b = 3$ , o que significa que as dimensões relativas do corpo crescem igualmente.

A correlação entre as variáveis CM x DEO foi obtida de uma regressão linear simples, no qual a equação da reta foi expressa por:

$$y = a + bx$$

Onde:

y = variável dependente;

x = variável independente;

a = coeficiente linear;

b = coeficiente angular.

Novamente, o valor de b indica o tipo de crescimento relativo. Porém neste caso a alometria negativa é representada por valores de  $b < 1$ , ou seja, a variável dependente (y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (x). Quando  $b > 1$ , significa que o crescimento relativo é alométrico positivo, no qual a variável independente (y) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente (x). E o crescimento relativo isométrico é verificado quando  $b = 1$ , em que as variáveis biométricas (x e y) crescem de maneira uniforme.

A relação entre as variáveis biométricas foi evidenciada pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (r) que posteriormente foi utilizado para o cálculo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).



Diferenças entre duas médias foram verificadas através do teste-t de Student, enquanto diferenças entre três ou mais médias foram verificadas pela Análise de Variância (ANOVA). Quando diferenças significativas foram identificadas pela ANOVA, foi aplicado o teste *post-hoc* de Tukey, para mostrar entre quais médias ocorreram as diferenças. Os pressupostos da ANOVA, normalidade e homocedasticidade, foram testados pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, e quando algum dos pressupostos não foi obedecido, aplicou-se a raiz quadrada ou o logaritmo para a transformação dos dados.

A variação da razão sexual ao longo dos meses foi analisada através de testes qui-quadrado ( $X^2$ ). Todos os testes estatísticos foram realizados no programa R, versão 2.12.2.

## RESULTADOS

### Descrição hidrográfica e correntográfica

Durante o período amostral foram evidenciadas grandes variações de temperatura e salinidade no local estudado. De agosto de 2012 a janeiro de 2013 houve um aumento considerável da temperatura da água, na transição do inverno para o verão. Em todos os perfis pode ser observado que as mudanças de temperatura ao longo das 13 horas de coleta se dão por conta dos movimentos de maré. As vazantes se destacam por um leve aumento de temperatura, principalmente pela superfície, enquanto as enchentes são visualizadas pela diminuição térmica, preferencialmente pelo fundo. Em 10/08/12, é possível notar uma coluna d'água bastante homogênea, com temperaturas constantes na faixa dos 19 °C, mas chegando aos 20 °C durante a vazante, entre às 14 e 17 horas (Fig. 5a). Na semana seguinte já houve um pequeno aumento, no qual os valores se mantiveram entre 20 °C na maré cheia (entre às 14 e 16) e 21 °C na vazante (entre às 7 e 9 horas) (Fig. 5b). Em 07/09/12, após a chegada da primavera, a temperatura atingiu os 21 °C (Fig. 5c), subindo para 22 °C uma semana depois, quando se observa uma coluna d'água termicamente bem homogênea (Fig. 5d). Na quadratura de 08/10/12, a água do fundo esteve a 22 °C, com a maré enchente nas primeiras horas de coleta, enquanto na superfície a temperatura da maré vazante atingiu 23,5 °C (Fig. 5e). Em 15/10/12 é notada uma pequena queda térmica, na qual a coluna d'água voltou a ter entre 21 e 22 °C (Fig. 5f). Quase um mês depois, em 13/11/12, a temperatura aumenta, atingindo valores entre 23,5 e 24 °C (Fig. 5g). Na metade de dezembro, a coluna d'água se apresentou bem homogênea, por volta dos 26 °C (Fig. 5h), e em 20/12/12 foram registradas as maiores temperaturas para o período, 28 °C (Fig. 5i). Finalmente, as coletas de janeiro de 2013 foram marcadas por uma queda suave da temperatura em relação ao final do mês anterior, porém com os maiores gradientes, nos quais a variação de temperatura na coluna d'água foi de aproximadamente 2 °C em 18/01/13 (Fig. 5j) e 1,5 °C em 25/01/13 (Fig. 5k). De um modo geral, os perfis de temperatura apresentaram pouca variação na coluna d'água em cada campanha, mas ao longo dos seis meses de coleta a variação máxima chegou a quase 10 °C.

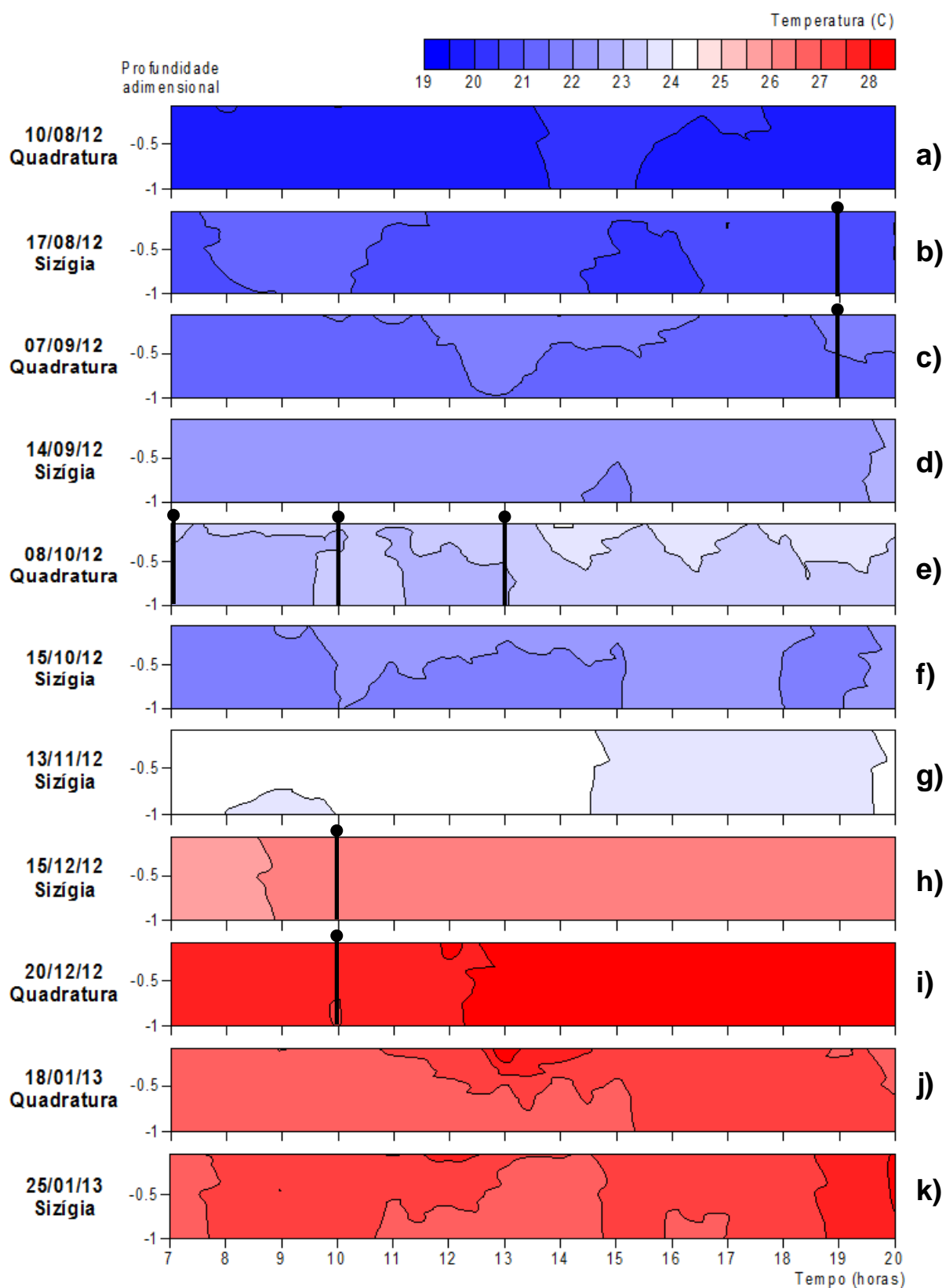


FIGURA 5: Perfis de temperatura em cada ciclo de maré, entre os meses de agosto/12 a janeiro/13. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a temperatura é representada na escala de cores. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.

Como é de se esperar, as variações de salinidade na coluna d'água foram bem maiores do que as de temperatura, fato observado principalmente no mês de janeiro. Em 10/08/12, a salinidade variou pouco, mantendo-se entre 29, durante a baixamar às 15 horas, e 30, na maré cheia, entre às 11 e 13 horas (Fig. 6a). Nas cinco coletas seguintes, até a metade de outubro, os valores de salinidade se mantiveram entre 30 e 32, com oscilações de acordo com os movimentos de maré (Figs. 6b, c, d, e, f). Em 13/11/12, as medições registraram variações entre 31,5 e 33, sendo que os menores valores ocorreram na superfície, na hora 2, durante a vazante (Fig. 6g). O maior valor de salinidade foi obtido na coleta de 15/12/12, ultrapassando os 34 logo no início das medições (Fig. 6h). Na quadratura da semana seguinte a variação de salinidade se manteve entre 31 e 32 (Fig. 6i). Durante todo o período, a variação de salinidade na coluna d'água mais expressiva em um mesmo dia ocorreu em 18/01/13, quando foram registrados valores mínimos de 23,5 na vazante, entre às 12 e 14 horas, e máximos de 32 na enchente, às 17 e 18 horas (Fig. 6j). Finalmente, em 25/01/13, também é possível notar um gradiente de salinidade mais destacado em relação aos meses anteriores, cujos valores variaram entre 27 e 31,5 (Fig. 6k).

No fundo, profundidade de ocorrência dos polvos, a salinidade mínima foi registrada na sizígia do dia 25/01/13, cujo valor foi 27 na última hora de coleta. Já o valor máximo registrado no mesmo dia foi de 31, entre às 15 e 17 horas. Na outra coleta de janeiro (18/01/13) a variação de salinidade no fundo esteve entre 28,5 e 31,5 ao longo das 13 horas de medições. Por se tratarem de animais estenohalinos, a variação de 4 unidades de salinidade no fundo representa um valor elevado. Nas demais coletas, a salinidade do fundo se manteve sempre acima de 29, com pequenas variações diárias, chegando às máximas de 34 (15/12/12, 7 horas da manhã).

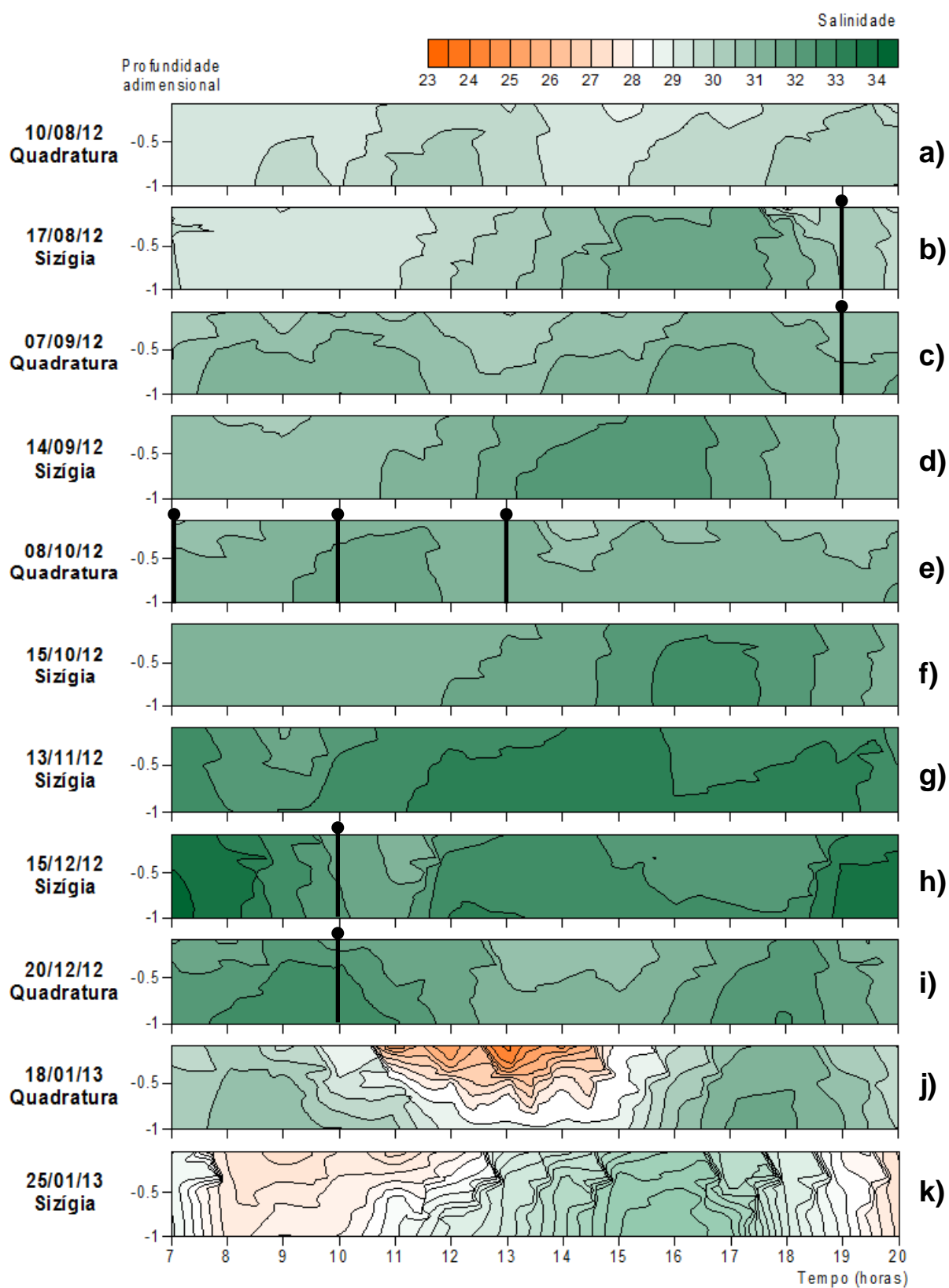


FIGURA 6: Perfis de salinidade em cada ciclo de maré, entre os meses de agosto/12 a janeiro/13. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a salinidade é representada na escala de cores. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.

Observando-se a evolução das médias da temperatura e salinidade na coluna d'água ao longo das campanhas, nota-se um aumento gradativo da temperatura ao passar dos meses com as médias variando entre 20 e 28 °C. Em relação à salinidade, as médias apresentaram um aumento até o final de novembro e início de dezembro, quando atingem valores próximos a 33. A partir do final de dezembro, a salinidade diminuiu e atingiu seu menor valor, abaixo dos 29, devido ao início do verão e consequente aumento da precipitação (Fig. 7).

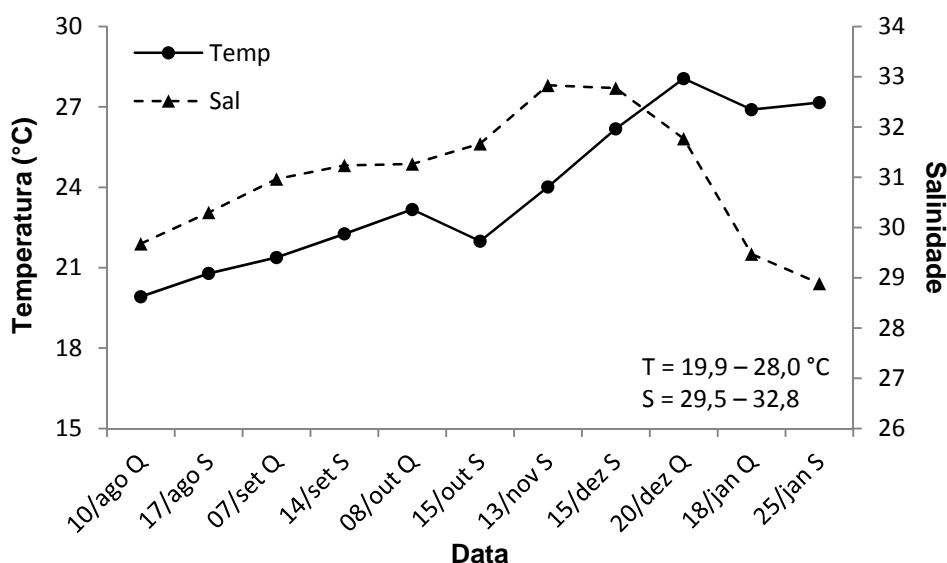


FIGURA 7: Valores médios de temperatura e salinidade na coluna d'água ao longo dos seis meses de coletas. As letras Q e S ao lado das datas representam períodos de quadratura e sizígia, respectivamente.

Em todos os perfis é possível observar que tanto a temperatura quanto a salinidade seguem um mesmo padrão. Em geral, a água costeira que entra com a maré enchente possui menor temperatura e maior salinidade, já nos períodos de maré vazante, observa-se que a água estuarina vinda do setor interno da baía tem maior temperatura e menor salinidade. Nas marés de quadratura é possível notar uma maior estratificação vertical de temperatura e salinidade na coluna d'água, isto se deve às menores velocidades de corrente de maré. Nas marés de sizígia, as maiores velocidades de corrente intensificam o processo de mistura da coluna d'água, diminuindo o gradiente vertical de temperatura e salinidade.

Na quadratura de 10/08/2012, a maior velocidade de enchente registrada foi de 68 cm s<sup>-1</sup>, ocorrendo às 09:00. Durante a vazante, a maior velocidade de corrente foi obtida às 13:00, com 59 cm s<sup>-1</sup> (Fig. 8a). No final da tarde de 17/08/2012, após cerca de 11

horas de medições em maré sizígia, foi registrada a maior velocidade de vazante, cujo valor chegou a  $120 \text{ cm s}^{-1}$  (Fig. 8b). Nesta mesma coleta, a velocidade máxima de enchente chegou a  $42 \text{ cm s}^{-1}$ . Em 07/09/2012, por ser maré de quadratura, as velocidades de vazante foram praticamente a metade, com máxima a  $59 \text{ cm s}^{-1}$ . Contudo, as enchentes foram mais curtas e com velocidades maiores, atingindo  $62 \text{ cm s}^{-1}$  (Fig. 8c). Na sizígia de 14/09/2012, a corrente de enchente mais intensa teve velocidade de  $55 \text{ cm s}^{-1}$ , às 12:00, enquanto a maior velocidade de vazante foi de  $114 \text{ cm s}^{-1}$ , às 17:00 (Fig. 8d). Em 08/10/12, as velocidades máximas tanto de enchente quanto de vazante ficaram próximas a  $55 \text{ cm s}^{-1}$  (Fig. 8e), seguindo um padrão semelhante ao perfil da quadratura do mês anterior. Na semana seguinte, na sizígia de 15/10/2012, a maior velocidade de enchente foi de  $72 \text{ cm s}^{-1}$ , ocorrendo às 14:00. Durante a vazante, a maior velocidade registrada foi de  $130 \text{ cm s}^{-1}$ , às 18:00, sendo o maior valor registrado ao longo de todas as coletas (Fig. 8f). Em 13/11/2012, a maré de sizígia não foi tão intensa quanto à do mês anterior, apresentando velocidade máxima de enchente de  $50 \text{ cm s}^{-1}$ , às 14:00, e velocidade máxima de vazante de  $64 \text{ cm s}^{-1}$ , às 19:00 (Fig. 8g). Em dezembro, as velocidades de corrente não tiveram grandes alterações, cujas velocidades de vazante foram ligeiramente mais intensas durante a maré de sizígia, com  $73 \text{ cm s}^{-1}$  (Fig. 8h), assim como as de enchente durante a quadratura, também com  $73 \text{ cm s}^{-1}$  (Fig. 8i). Finalmente, na maré de quadratura de 18/01/2013, a velocidade máxima de enchente foi de  $66 \text{ cm s}^{-1}$ , às 14:00, enquanto o maior valor registrado durante a vazante foi de  $110 \text{ cm s}^{-1}$ , às 11:00 (Fig. 8j).

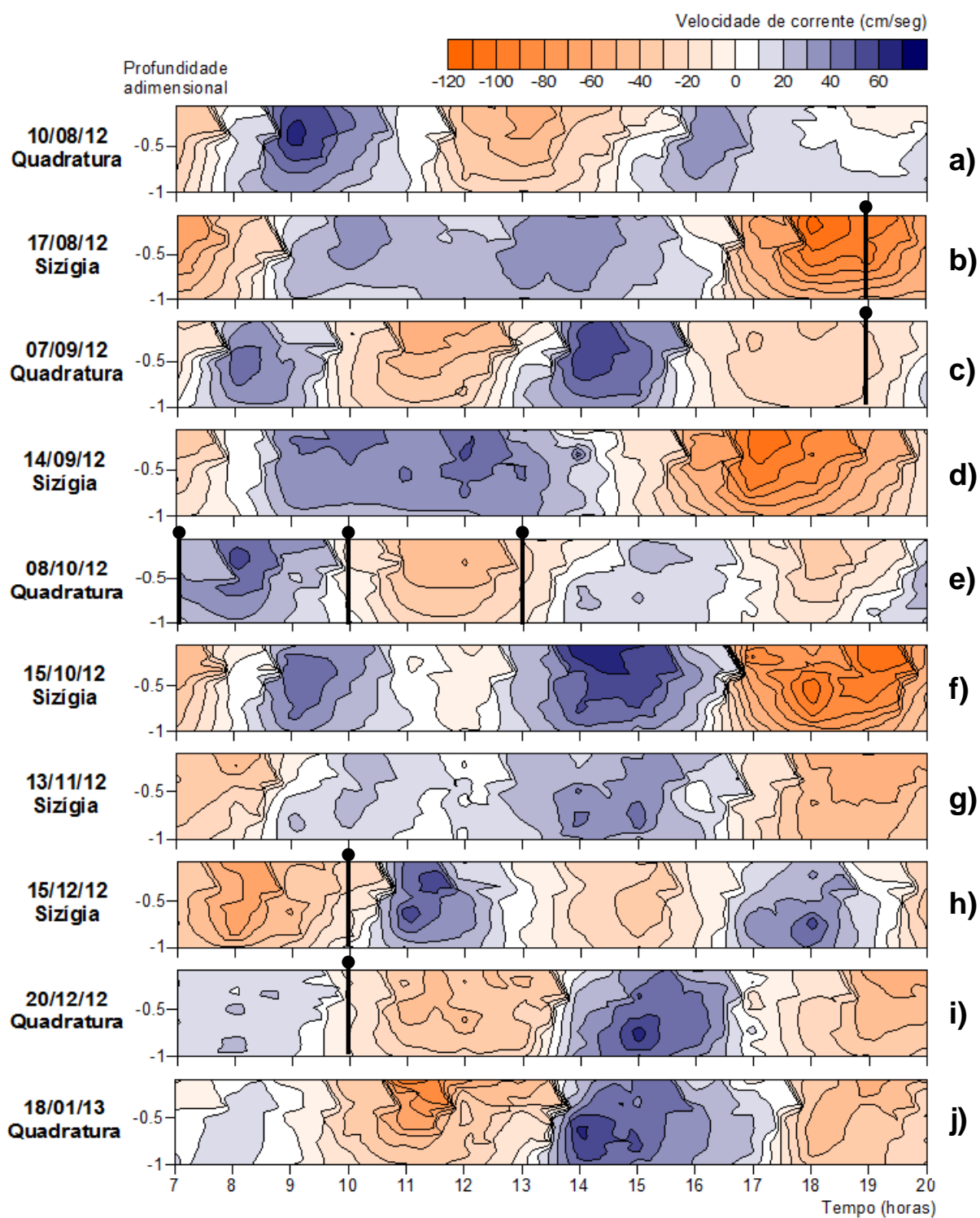


FIGURA 8: Perfis de velocidade de corrente durante os ciclos de maré. São apresentados os perfis apenas das coletas que foram encontradas paralarvas. A profundidade adimensional é apresentada no eixo y, tempo em horas no eixo x e a escala de cores representa a velocidade de corrente. As velocidades negativas referem-se à maré vazante e as velocidades positivas à maré enchente. Os marcadores pretos representam a hora de coleta das paralarvas.



## Paralarvas

No total de 252 amostras de zooplâncton analisadas, foram encontradas sete paralarvas de *O. vulgaris* (Fig. 9) (Tabela 3), as quais foram identificadas de acordo com o estudo de Vidal et al. (2010b), através do padrão de distribuição de cromatóforos ao longo do corpo das paralarvas. A densidade relativa oscilou entre 0,008 (17/08/12) e 0,033 (15/12/12) ind. m<sup>-3</sup> de água filtrada (Fig. 10). Foi possível notar uma tendência de aumento na densidade, da primavera para o verão. Das sete paralarvas de *O. vulgaris* capturadas, três ocorreram em arrasto de maré enchente e quatro durante marés vazante. Normalmente, apenas uma paralarva foi capturada por dia de coleta (dentre 21 arrastos diários), com exceção de 08/10/12, no qual três paralarvas foram capturadas, porém em arrastos diferentes, sendo eles às 07:00, 10:00 e 13:00 horas. A paralarva capturada às 07:00 foi encontrada na maré enchente, quando as velocidades de corrente variaram entre 10 e 30 cm s<sup>-1</sup>. A temperatura se manteve entre 22,5 e 23 °C, e a salinidade variou entre 31,5 no fundo e 30,5 na superfície. A paralarva capturada às 10:00 estava no estofio de preamar, e a que foi coletada às 13:00 estava no final da vazante, cujas velocidades de corrente variaram entre 5 e 25 cm s<sup>-1</sup>, temperatura de 23 °C e salinidade em 31,5. Em 17/08/12 foi encontrada uma densidade de 0,0086 ind. m<sup>-3</sup>, quando foram registradas as temperaturas e salinidades mínimas de 20,8 °C e 30,4, respectivamente. No momento da captura (19:00 horas), a maré de sizígia estava vazando, com velocidades de corrente que variaram de 40 cm s<sup>-1</sup>, no fundo, a 100 cm s<sup>-1</sup>, na superfície. Por outro lado, em 20/12/12 foram observadas as maiores temperaturas e salinidades, sendo 27,9 °C e 32,6, respectivamente. Durante a captura (10:00 horas), a maré de quadratura estava no estofio de preamar, com velocidades baixas variando entre 5 e 10 cm s<sup>-1</sup>. A densidade encontrada foi de 0,0212 ind. m<sup>-3</sup>. Em 07/09/12, a paralarva foi capturada às 19:00, durante a maré vazante de quadratura, quando as velocidades de corrente variaram entre 15 e 25 cm s<sup>-1</sup>, a temperatura entre 21,5 (fundo) e 22 °C (superfície) e salinidade entre 30,5, na superfície, e 31 no fundo. A densidade encontrada foi 0,0108 ind. m<sup>-3</sup>. Finalmente, às 10:00 horas de 15/12/12, o maior valor de densidade foi registrado, com 0,0332 ind. m<sup>-3</sup>. Na ocasião, a maré sizígia estava vazando, com velocidades entre 10 e 25 cm s<sup>-1</sup>, temperatura de 26 °C, e salinidades de 32, no fundo, e 31,5 na superfície.

No geral, três paralarvas foram capturadas às 10:00 horas, duas às 19:00, uma às 07:00 e outra às 13:00 horas. Nenhuma paralarva foi encontrada nos arrastos de superfície. Nas amostras onde as paralarvas de polvo foram encontradas também

estavam presentes misidáceos, copépodes, larvas de crustáceos, quetognatos, larvas e ovos de peixes.

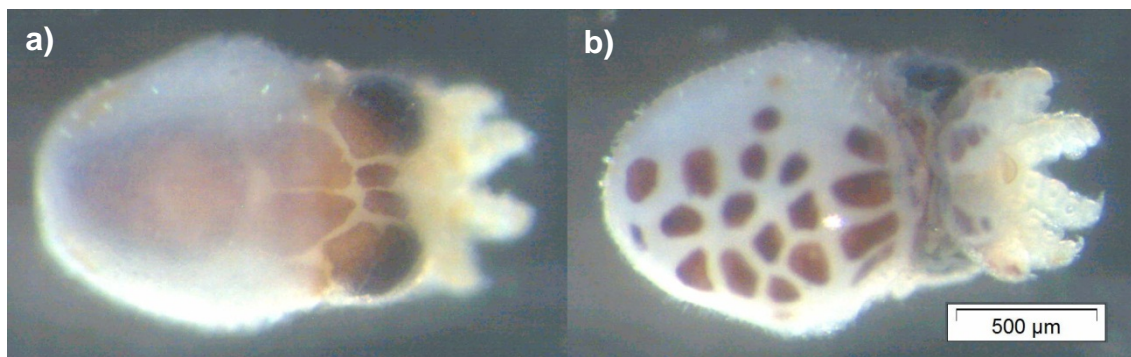


FIGURA 9: Paralarva de *Octopus vulgaris* com 1,23 mm de CM capturada com rede de zooplâncton de 500 µm. a) Vista dorsal e b) vista ventral.

TABELA 3: Data, hora, maré, comprimentos de manto (CM), comprimento total (CT) e densidade de paralarvas de *Octopus vulgaris* e *Lolliguncula brevis* coletadas.

Espécie	Data	Hora	Maré	CM (cm)	CT (cm)	Dens. (ind. m <sup>-3</sup> )
<i>Octopus vulgaris</i>	17/08/12	19:00	Vazante	1.33	1.73	0,0086
	07/09/12	19:00	Vazante	1.48	2.01	0,0108
	08/10/12	07:00	Enchente	1.32	1.70	0,0095
	08/10/12	10:00	Preamar	1.19	1.77	0,0137
	08/10/12	13:00	Vazante	1.33	1.85	0,0143
	15/12/12	10:00	Vazante	0.95	1.40	0,0332
	20/12/12	10:00	Preamar	1.23	1.77	0,0212

## Censo visual

Os 12 mergulhos realizados somaram 769 minutos e abrangeram uma área total de 3156 m<sup>2</sup>. No total, foram visualizados 38 polvos (Tabela 4). Todas as tocas estavam nas bases dos pilares de sustentação da marina. Durante o mês de novembro foi possível visualizar a maior quantidade de polvos, com 14 indivíduos. Em segundo lugar vieram os meses de setembro e outubro igualmente, com 9 polvos cada, e nos meses de agosto/12, janeiro e fevereiro/13 foi visualizado apenas um polvo em cada mês. Durante um dos mergulhos de outubro, foi possível observar comportamento reprodutivo entre um casal de polvos, que estavam juntos sob um mesmo pilar.

As maiores densidades de *O. vulgaris* foram encontradas nos meses de setembro a novembro/12, sendo a densidade máxima (0,023 ind. m<sup>-2</sup>) observada no mergulho do dia 22/11/12. Em agosto/12, janeiro e fevereiro/13 foram encontradas as menores densidades, não ultrapassando o valor de 0,005 ind. m<sup>-2</sup>. No dia 10/08/12 nenhum animal foi encontrado (Tabela 4).

A frequência de mergulhos foi determinada, entre outras coisas, pela boa visibilidade da água. Por se tratar de um local que fica na parte interna do estuário, a visibilidade é prejudicada muitas vezes pela grande quantidade de matéria orgânica dissolvida na água e pelas fortes correntes de maré, que ressuspendem o sedimento.

TABELA 4: Data, área, tempo de mergulho, número de polvos visualizados e densidade durante os mergulhos de censo visual.

Mergulho	Data	Área (m <sup>2</sup> )	Tempo (min)	Polvos encontrados	Dens. (ind. m <sup>-2</sup> )
1	10/08/2012	160	60	0	0,0000
2	22/08/2012	285	50	1	0,0035
3	20/09/2012	370	65	3	0,0081
4	24/09/2012	305	72	6	0,0197
5	08/10/2012	250	77	5	0,0200
6	09/10/2012	280	65	4	0,0143
7	07/11/2012	135	55	2	0,0148
8	22/11/2012	295	70	7	0,0237
9	23/11/2012	310	65	5	0,0161
10	20/12/2012	260	60	3	0,0115
11	23/01/2013	290	67	1	0,0034
12	04/02/2013	216	63	1	0,0046
Total		3156	769	38	

### Variáveis biométricas

Entre os meses de setembro/11 a janeiro/12 e setembro/12 a fevereiro/13 foram capturados um total de 74 polvos, sendo 62 na primavera-verão de 2011/12 e 12 na primavera-verão de 2012/13. Deste total, seis foram pegos em setembro, 13 em outubro, 29 em novembro, 19 em dezembro, seis em janeiro e um em fevereiro (Fig. 10).

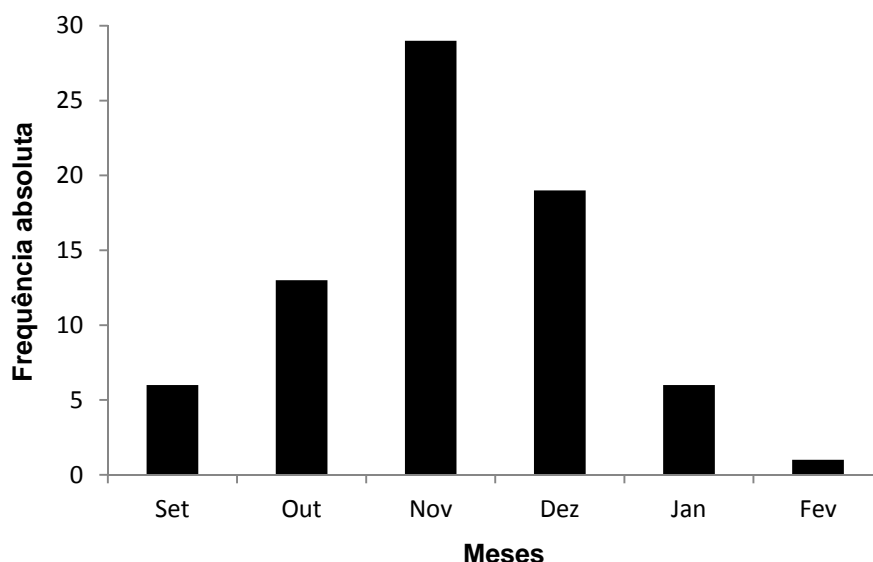


FIGURA 10: Frequência de polvos capturados por mês de coleta.

### Peso

A maior frequência de pesos foi obtida entre 600 e 1500 g, com 48 indivíduos dentro deste intervalo de peso, sendo 16 pesando entre 600-900 g, 16 entre 900-1200 g e 16 entre 1200-1500 g (Fig. 11). O maior peso registrado foi de um polvo capturado no mês de setembro, com 2350 g, o menor foi de 240 g, em novembro, e a média de peso entre todos os indivíduos foi de 1277,4 g (Tabela 5). O teste-t não revelou diferenças significativas nas médias de peso entre machos e fêmeas ( $T = 21,8884$ ;  $P < 2,2 \cdot 10^{-16}$ ).

TABELA 5: Número de indivíduos (N), peso médio, desvio padrão (DP) e pesos máximo e mínimo dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo.

Mês	N	Peso médio (cm)	DP	Peso máx (cm)	Peso mín (cm)
Set	6	1528,3	757,40	2350	660
Out	13	1444,3	599,57	2200	320
Nov	29	1138,2	404,65	2100	240
Dez	19	1418,9	543,55	2320	430
Jan	6	855,0	134,40	1010	680
Fev	1	-	-	-	-
Total	74	1277,4	501,40	2350	240

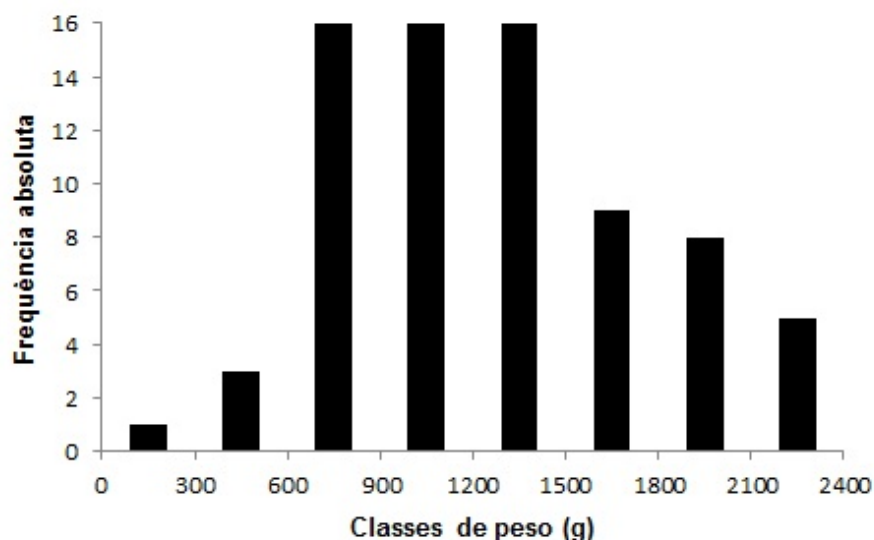


FIGURA 11: Frequência de polvos capturados por classes de peso.

O resultado da ANOVA revela que não há diferença significativa nas médias dos pesos entre os meses (ANOVA,  $F_{(1,73)} = 2,3275$ ,  $P = 0,065$ ). O mês de fevereiro não entrou na análise, pois foi coletado apenas um polvo neste período. Os dados não apresentaram normalidade nem homocedasticidade, de acordo com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, sendo necessária a transformação através da raiz quadrada da raiz quadrada dos dados.

#### *Comprimento do manto (CM)*

A maior frequência de polvos ocorreu na classe de 15-16,5 cm de CM, com 21 indivíduos. A grande maioria dos animais ( $N = 53$ ) teve entre 12 e 16,5 cm de CM (Fig. 12), o que representou 71,6% das ocorrências. Dois polvos apresentaram 20 cm de CM, o maior registrado entre todos os indivíduos, sendo um capturado em setembro e outro e novembro. O menor CM ocorreu em um polvo coletado em outubro, com 9,3 cm, e o CM médio foi de 14,7 cm (Tabela 6). Diferenças significativas não foram encontradas nas médias mensais de CM entre machos e fêmeas ( $T = 47,3311$ ;  $P < 2,2 \cdot 10^{-16}$ ).

TABELA 6: Número de indivíduos capturados (N), CM médio, desvio padrão (DP) e CM máximo e mínimo dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo.

Mês	N	CM médio (cm)	DP	CM máx (cm)	CM mín (cm)
Set	6	15,4	3,56	20,0	11,7
Out	13	15,3	2,43	19,3	9,3
Nov	29	14,7	2,10	20,0	10,0
Dez	19	14,9	2,16	18,3	9,7
Jan	6	12,3	1,60	14,9	10,1
Fev	1	-	-	-	-
Total	74	14,7	2,30	20,0	9,3

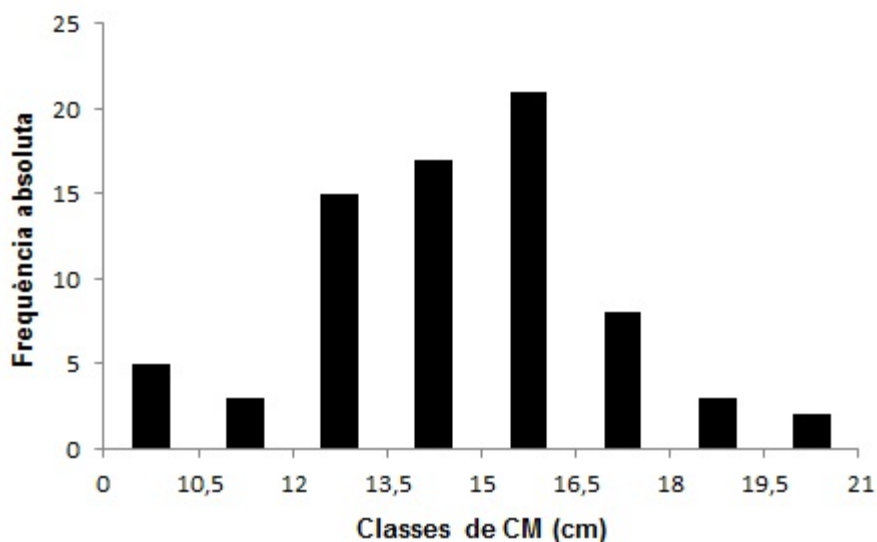


FIGURA 12: Frequência de polvos capturados por classes de CM.

De acordo com a ANOVA, não houve diferença significativa nas médias de CM entre os meses estudados (ANOVA,  $F_{(1,73)} = 2,1172$ ,  $P = 0,088$ ). A normalidade e homocedasticidade, pressupostos da análise de variância, foram obedecidas, de acordo com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Portanto, não foi necessário realizar transformações dos dados.

#### *Distância entre os olhos (DEO)*

A classe de DEO mais recorrente foi a de 4-4,5 cm, com 25 indivíduos, seguida pela de 4,5-5 cm, com 21 ocorrências (Fig. 13). O polvo que apresentou a maior DEO teve 6,5 cm e foi capturado em setembro, enquanto a menor DEO registrada foi de 3,0

cm, ocorrida em dezembro. A média total para todos os meses foi uma DEO de 4,6 cm (Tabela 7). O teste-t não revelou diferenças significativas nas médias de DEO entre machos e fêmeas ( $T = 31,7278$ ;  $P < 2,2 \cdot 10^{-16}$ ).

TABELA 7: Número de indivíduos (N), distância média entre os olhos, desvio padrão (DP) e DEO máxima e mínima dos polvos coletados entre os meses de setembro e janeiro. Fevereiro não foi incluído nas análises, pois apresentou apenas um indivíduo.

Mês	N	DEO médio (cm)	DP	DEO máx (cm)	DEO mín (cm)
Set	6	5,1	0,96	6,5	4,0
Out	13	4,8	0,81	6,0	3,3
Nov	29	4,6	0,47	5,7	3,5
Dez	19	4,4	0,58	5,5	3,0
Jan	6	4,0	0,50	4,4	3,1
Fev	1	-	-	-	-
Total	74	4,6	0,70	6,5	3,0

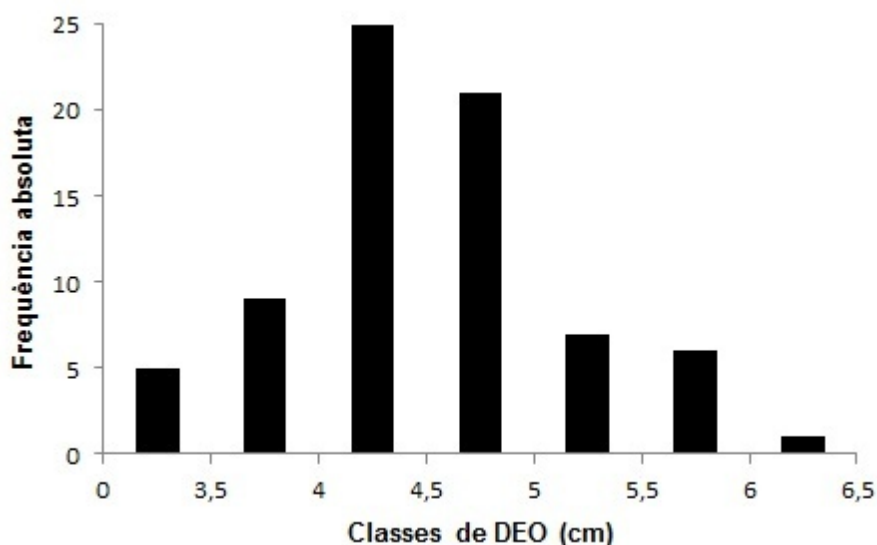


FIGURA 13: Frequência de polvos capturados por classes de DEO.

O resultado da ANOVA indica que existem diferenças significativas nas médias de DEO entre os meses (ANOVA,  $F_{(1,73)} = 3,2504$ ,  $P = 0,016$ ). De acordo com o teste *post-hoc* de Tukey, as diferenças são encontradas entre os meses de setembro e janeiro ( $P = 0,028$ ), e outubro e janeiro ( $P = 0,048$ ). Entre os demais meses, não existem diferenças significativas. Os dados não precisaram ser transformados, pois apresentaram

normalidade e homocedasticidade, de acordo com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente.

### Relação entre as variáveis

Para os sexos agrupados, o coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0,86$ ) mostra que existe uma forte relação entre CM e peso. A equação não linear obtida através da curva de tendência nos fornece um coeficiente angular  $b$  de 2,33, revelando um crescimento alométrico negativo para *O. vulgaris*. O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,75$ ) indica que 75% dos pontos se ajustam e são explicados pela curva potencial (Fig. 14a). Quando separados os sexos, continua havendo uma forte correlação entre as variáveis CM e peso, porém é maior para as fêmeas ( $r = 0,92$ ) do que para os machos ( $r = 0,79$ ). Os coeficientes angulares das equações também mostram crescimento alométrico negativo ( $b < 3$ ), e os coeficientes de determinação obtidos são de 0,63 para os machos e 0,85 para as fêmeas (Fig. 14b).

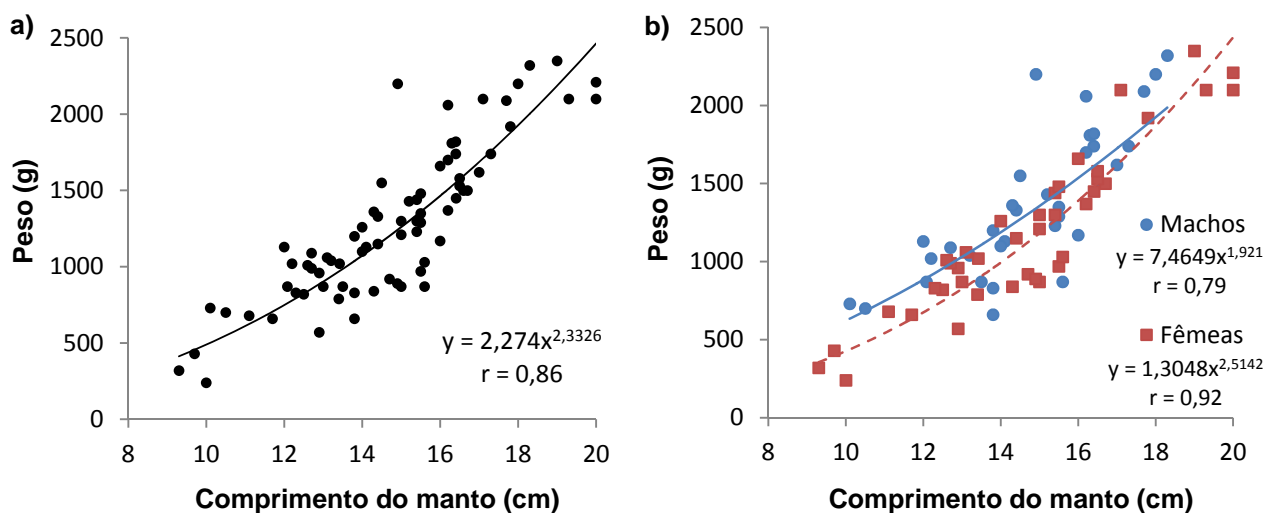


FIGURA 14: Dispersão dos pontos da correlação entre CM e peso. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados.

A relação DEO x peso para os sexos agrupados apresenta uma forte correlação, indicada pelo valor do coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0,80$ ). O coeficiente de determinação  $R^2$  mostra que 64% dos pontos são explicados pela curva, e o coeficiente angular  $b$ , com valor de 2,39, indica um crescimento alométrico negativo ( $b < 3$ ) para



estas variáveis biométricas. Isto significa que a DEO aumenta e o peso também, mas em uma taxa menor (Fig. 15a). Para os sexos separados, os valores dos coeficientes de Pearson também revelaram uma forte correlação entre as variáveis, com 0,78 para os machos e 0,80 para as fêmeas. Os valores de b das equações das retas, para ambos os sexos, foram menores que 3, indicando o crescimento alométrico negativo (Fig. 15b).

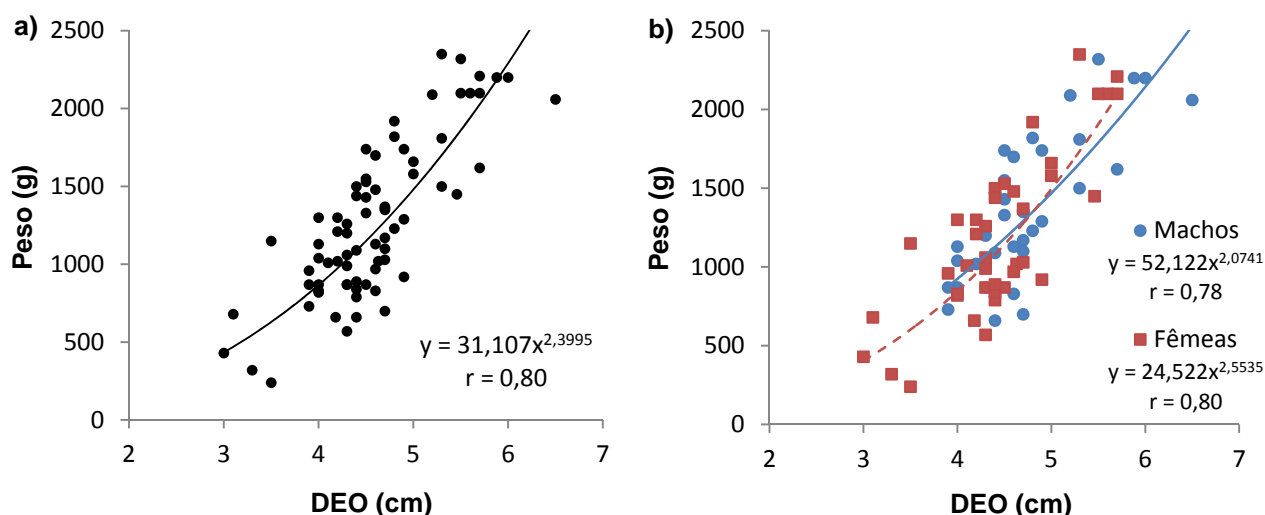


FIGURA 15: Dispersão dos pontos da correlação entre DEO e peso. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados.

A regressão linear da relação CM x DEO para sexos agrupados revela, através do coeficiente de determinação  $R^2$ , que 59% dos pontos são explicados pela reta. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0,77$ ) indica que as variáveis estão correlacionadas, e o coeficiente angular b (0,21) indica um crescimento alométrico negativo ( $b < 1$ ) (Fig 16a). Para os sexos separados, o coeficiente de correlação de Pearson revela que as variáveis possuem uma correlação moderada para os machos ( $r = 0,66$ ) e forte para as fêmeas ( $r = 0,86$ ). Assim como para os sexos agrupados, os coeficientes angulares indicam um crescimento alométrico negativo tanto para machos quanto para fêmeas (Fig. 16b).

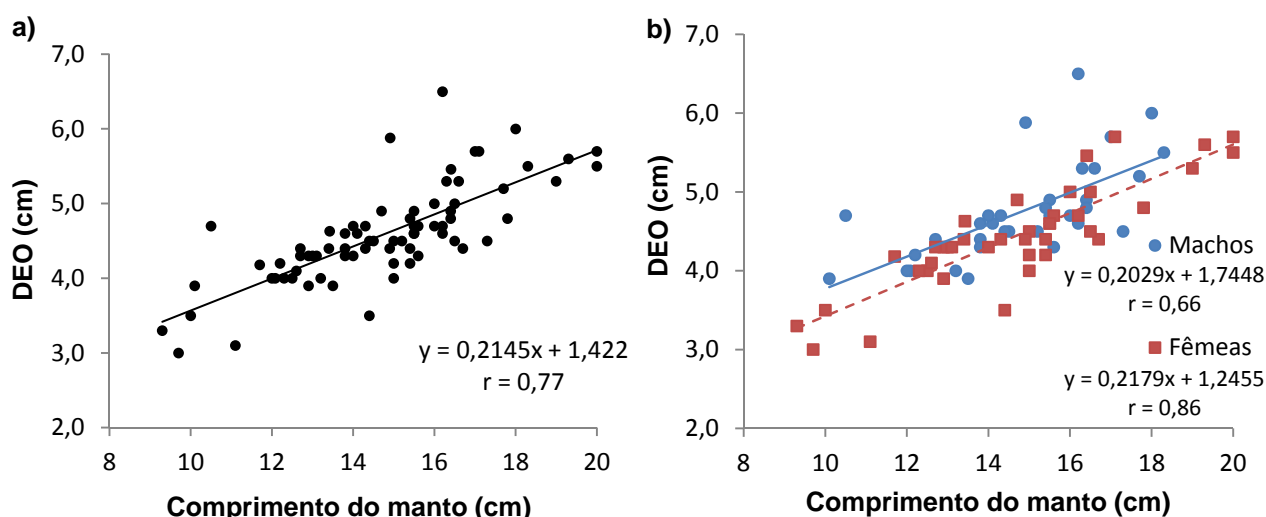


FIGURA 16: Dispersão dos pontos da correlação entre CM e DEO. a) Sexos agrupados. b) Sexos separados.

### Proporção sexual e estágio de maturação das gônadas

A proporção sexual encontrada entre todos os polvos capturados foi de 1:0,85 (fêmea:macho). De setembro a fevereiro, 46% dos animais eram machos, enquanto 54% eram fêmeas. Apenas os meses de setembro (33% machos e 67% fêmeas) e janeiro (17% machos e 83% fêmeas) tiveram maiores diferenças nas proporções sexuais, e em fevereiro foi encontrada apenas uma fêmea. Entretanto, os testes qui-quadrado mostraram que em nenhum mês houve diferença significativa entre as proporções observadas e a proporção esperada de 1:1. Para todos os meses, assim como para todo o período amostrado, os  $p$ -valores foram maiores que 0,05 (Tabela 8).

TABELA 8: Valores de Frequência absoluta (Fa), frequência relativa (Fr), número de indivíduos, resultados do teste qui-quadrado ( $X^2$ ) e significância ( $P$ ) das diferenças entre proporções sexuais observadas e esperadas ao longo dos meses de estudo. O mês de fevereiro não foi incluído nos testes por possuir apenas um polvo.

Mês	Machos		Fêmeas		N total	$X^2$	$P$
	Fa	Fr	Fa	Fr			
Set	2	0,33	4	0,67	6	0,66	0,41
Out	6	0,46	7	0,54	13	0,07	0,78
Nov	14	0,48	15	0,52	29	0,03	0,85
Dez	11	0,58	8	0,42	19	0,47	0,49
Jan	1	0,17	5	0,83	6	2,66	0,10
Fev	0	0,00	1	1,00	1	-	-
Total	34	0,46	40	0,54	74	3,59	0,46

Dentre os 74 polvos coletados, 67 foram classificados quanto ao estágio de maturação gonadal, visto que em sete, não foi possível analisar os órgãos reprodutores. Foram identificados *O. vulgaris* de ambos os sexos nos estágios de maturação gonadal I, II e III, porém nenhum dos exemplares encontrava-se no estágio IV de pós-cópula. A maioria encontrou-se no estágio III (maturo), com 30 indivíduos no total. No estágio de maturação I (imaturo), foram encontrados dois machos e 13 fêmeas. No estágio de maturação II (em maturação), foram encontrados oito machos e 14 fêmeas. Finalmente, no estágio de maturação III (maturo), foram encontrados 20 machos e 10 fêmeas.

O mês de novembro foi o que apresentou a maior frequência de todos os três estágios de maturação gonadal registrados, com polvos principalmente no estágio III. Em dezembro e janeiro, os polvos maturos já não foram mais a maioria, porém, perto do final do verão, em fevereiro, já não havia mais animais nos estágios I e II, sendo encontrada apenas uma fêmea madura (Fig. 17).

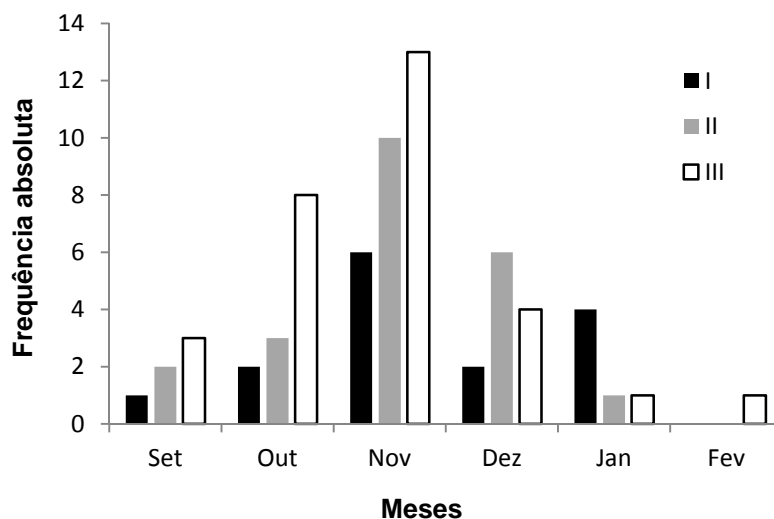


FIGURA 17: Frequência dos estágios de maturação da gônada em cada mês.

TABELA 9: Amplitude, média e desvio-padrão (DP) do peso, CM e DEO em cada estágio macroscópico de maturação para cada sexo de *Octopus vulgaris*.

Estágio de maturação	N	Peso (g)			CM (cm)			DEO (cm)		
		Amplitude	Média	DP	Amplitude	Média	DP	Amplitude	Média	DP
<b>Machos</b>	30									
I	2	210	765	105	0,3	13,7	0,15	0,5	4,2	0,25
II	8	300	948,7	327,9	5,1	12,9	1,47	0,7	4,3	0,28
III	20	1470	1539	400,8	7,9	15,4	1,76	2,6	5,0	0,62
IV	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fêmeas</b>	37									
I	13	820	736,9	233,2	5,7	12,5	1,65	1,4	4,0	0,43
II	14	1050	1189,3	278,4	5,1	14,8	1,44	1,4	4,5	0,46
III	10	1050	1825	360,3	4,6	17,6	1,70	1,5	5,1	0,50
IV	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

O resultado da ANOVA revela que existe diferença significativa nos pesos médios entre os três estágios de maturação encontrados (ANOVA,  $F_{(1,67)} = 41,391$ ,  $P = 2,9 \cdot 10^{-12}$ ). De acordo com o teste de Tukey, todos os estágios diferem significativamente entre si. A normalidade e a homocedasticidade foram atingidas após a transformação dos dados, extraíndo-se a raiz quadrada dos mesmos (Tabelas 9 e 10).

Na comparação das médias de CM, diferenças significativas são encontradas entre os estágios de maturação (ANOVA,  $F_{(1,67)} = 18,183$ ,  $P = 5,5 \cdot 10^{-7}$ ). Como os pressupostos da ANOVA foram obedecidos, não houve necessidade de transformação dos dados. O teste de Tukey indica que as diferenças ocorrem entre os estágios I-III e II-III. Os estágios I-II não diferem significativamente (Tabelas 9 e 10).

Finalmente, também são encontradas diferenças significativas nas médias de DEO entre os estágios de maturação gonadal (ANOVA,  $F_{(1,67)} = 18,743$ ,  $P = 3,9 \cdot 10^{-7}$ ). A normalidade e a homocedasticidade foram obedecidas, de acordo com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, e o teste *post-hoc* de Tukey mostra que as diferenças existem entre os estágios I-III e II-III. Os estágios I-II não diferem significativamente entre si (Tabelas 9 e 10).

TABELA 10: Resultados da ANOVA para a comparação das médias das variáveis biométricas entre os estágios de maturação gonadal, e resultado do teste de Tukey, indicando entre quais estágios as diferenças são encontradas.

	Fonte de variação	gl	MQ	F	Tukey	P
Peso	Estágio de Mat.	2	933,34	41,391***	I-II	$7,5.10^{-4***}$
	Resíduos	64	22,55		I-III	0,000***
					II-III	$3,9.10^{-6***}$
CM	Estágio de Mat.	2	64,227	18,183***	I-II	0,069
	Resíduos	64	3,532		I-III	$8.10^{-7***}$
					II-III	$9,2.10^{-4***}$
DEO	Estágio de Mat.	2	5,1005	18,743***	I-II	0,117
	Resíduos	64	0,2721		I-III	$8.10^{-7***}$
					II-III	$3,5.10^{-4***}$

\*\*\*  $P < 0,001$

## DISCUSSÃO

Os resultados de temperatura e salinidade são semelhantes aos encontrados por outros autores em locais muito próximos à área de estudo (Siqueira e Kolm, 2005; Yamassaki, 2011), a qual foi setorizada e classificada como região de água marinha, por apresentar valores de salinidade geralmente acima de 25 (Oliveira, 2009). Estes dados pretéritos indicam que, aparentemente, não existem grandes variações interanuais de temperatura e salinidade, mantendo certa regularidade. Porém, algumas flutuações de salinidade podem ser encontradas devido às alterações na descarga de água doce dentro do estuário, ocasionadas por períodos de maior ou menor precipitação, assim como observado nos perfis do mês de janeiro de 2013. O gradiente de salinidade registrado neste período evidencia o início da estação chuvosa (verão), ocasionando maiores variações de salinidade, através dos movimentos de maré.

Quando a atenção é focada nos processos que ocorreram próximos ao fundo, onde os polvos permanecem, as variações de temperatura e salinidade não foram tão expressivas como em toda a coluna d'água. Tal fato pode estar diretamente relacionado à ocorrência de *O. vulgaris* no CEP, pois a espécie é muito sensível a grandes mudanças de salinidade (Boletzky e Hanlon, 1983). Mesmo assim, foram registradas flutuações de até 6 unidades na salinidade (18/01/13, hora 4). Tal variação pode ser considerada alta para organismos estenohalinos (Vaz-Pires et al., 2004), o que pode indicar uma possível adaptação destes polvos para favorecer sua ocorrência no local. Mas também é importante considerar toda a coluna d'água, uma vez que as paralarvas são planctônicas e estão sujeitas a maiores variações dos fatores abióticos. Estudos a respeito da resposta das paralarvas às variações oceanográficas ainda são escassos, comparados a larvas de outros invertebrados e peixes (Boletzky, 2003), principalmente por causa da dificuldade de captura e da distribuição bastante dispersa das paralarvas (Piatkowski, 1998; Rocha et al., 1999). Por possuírem uma visão apurada, as paralarvas são capazes de evitar as redes (Vecchione, 1987), o que, em geral, explica as baixas densidades registradas em estudos de distribuição. Na Galícia, González et al. (2005) encontraram densidades máximas de paralarvas de *O. vulgaris* de 0,0079 ind. m<sup>-3</sup>. No presente estudo, as dificuldades de captura se refletiram no pequeno número de paralarvas coletadas, apesar de a densidade relativa ter sido consideravelmente alta (0 a 0,033 ind. m<sup>-3</sup>), uma vez que muitos estudos utilizaram redes maiores e realizaram os arrastos por mais tempo, filtrando um volume de água muito maior (González et al., 2005; Vidal et al., 2010a).

Por serem planctônicas, as paralarvas estão sujeitas aos movimentos de correntes, possuindo uma capacidade natatória muito limitada. As correntes são o principal fator responsável pela dispersão desta fase larval dos polvos no ambiente. O transporte larval é considerado um fator chave para a dinâmica de populações, e suas conectividades, estrutura genética e biogeografia (Cowen et al., 2006). Em estudos realizados na Galícia (González et al., 2005; Otero et al., 2009), eventos alternados de ressurgência e subsidência influenciaram diretamente a abundância de paralarvas de *O. vulgaris* e consequente recrutamento de juvenis. No presente estudo, as velocidades de corrente registradas foram similares às encontradas na baía de Paranaguá por Lopes (2010). Como o CEP é influenciado principalmente pelos movimentos de maré, estas correntes atuam diretamente na distribuição e dispersão das paralarvas na região. Porém, a pequena quantidade de paralarvas coletada e os arrastos limitados a um único local impossibilitam fazer qualquer inferência a respeito da distribuição horizontal de paralarvas. Além disso, estudos mostraram a importância da estrutura vertical da coluna d'água na distribuição vertical das paralarvas, principalmente pela presença de uma picnoclina e pela variação da profundidade da camada de mistura (González et al., 2005; Röpke et al., 1993; Vidal et al., 2010a). As profundidades encontradas na Marina Ponta do Poço (entre 7,5 e 10,5 m) são muito inferiores às dos estudos mencionados, o que dificulta uma análise mais robusta da distribuição das paralarvas ao longo da coluna d'água. Entretanto, os dados obtidos mostram que houve variações máximas de 0,5 °C na temperatura (07/09/12, hora 12) e de uma unidade de salinidade (20/12/12, hora 3) entre a superfície e o fundo, quando as paralarvas foram coletadas.

Outro fator que também determina a ocorrência de paralarvas é a disponibilidade de alimento, fundamental para o crescimento e sobrevivência das mesmas (Vidal et al., 2006). Porém, existem poucos estudos a respeito da dieta natural do estágio inicial do ciclo de vida dos polvos, pois o alimento é pré-digerido externamente, através de enzimas presentes na saliva. Ocasionalmente, as paralarvas podem ingerir pequenos pedaços de carapaças e exoesqueletos (Iglesias et al., 2006), o que fez Passarella e Hopkins (1991) examinarem o conteúdo estomacal de paralarvas de Octopodidae. As principais presas consumidas foram eufausiáceos, moluscos não cefalópodes, crustáceos e larvas de decápodes e peixes, coincidindo com o conteúdo das amostras de zooplâncton coletadas no presente estudo. Otero (2006) observou que as paralarvas de *O. vulgaris* ocorrem preferencialmente no fundo durante o dia e perto da superfície durante a noite, seguindo a migração nictemeral do zooplâncton, o que não pôde ser evidenciado no presente estudo,

já que os arrastos foram principalmente oblíquos, cujo estrato de profundidade onde as paralarvas foram encontradas não pode ser identificado, e os arrastos de superfície não capturaram nenhum indivíduo.

A presença das paralarvas indicou a ocorrência de desova na região de estudos. Devido aos CM registrados ( $< 1,5$  mm), provavelmente se tratam de paralarvas recém-eclodidas ou com um pouco mais de uma semana das datas de coleta. Vidal et al. (2010b) obteve, em laboratório, paralarvas recém-eclodidas com CM entre 2,1 e 2,8 mm, a partir de fêmeas capturadas na costa de Santa Catarina, Brasil. No presente estudo, os CM das paralarvas de *O. vulgaris* foram bem menores, variando entre 0,95 a 1,5 mm, provavelmente pela contração provocada pelo contato com o formol durante a fixação. Mesmo assim, a suspeita de desova no local é reforçada graças à observação do comportamento reprodutivo (cópula) de um casal de polvos na Marina, durante o mergulho de 08/10/12.

Os valores de densidade encontrados durante o censo visual variou de 0 a 2,3 ind.  $100\text{m}^{-2}$ , o que foi bastante alto comparado a outros estudos. Poucos autores realizaram estimativas de densidade através de mergulho autônomo. Katsanevakis e Verriopoulos (2004) obtiveram densidades de *O. vulgaris* na costa da Grécia de 0 a 0,68 ind.  $100\text{ m}^{-2}$ . No arquipélago de Fernando de Noronha, Leite et al. (2009) registraram densidades de *O. insularis* de 0,12 a 0,88 ind.  $100\text{ m}^{-2}$ . Em estudos cujas coletas de polvos são feitas através de arrastos com rede de fundo, a abundância normalmente é dada em 'indivíduos por hora de arrasto'. Porém, com as informações fornecidas por Guerra (1981) e Fonseca e Campos (2002), foi possível calcular tais densidades por unidade de área. A densidade média de *O. vulgaris* na costa da África, em profundidades de até 25 m, foi de 0,017 ind.  $100\text{ m}^{-2}$  (Guerra, 1981). Na costa norte de Portugal, em profundidades entre 46 e 124 m, as densidades variaram de 0,015 a 0,049 ind.  $100\text{ m}^{-2}$  (Fonseca e Campos, 2002). Em uma grande área da bacia do Mediterrâneo, Belcari et al. (2002) encontraram densidades de 0 a 0,088 ind.  $100\text{ m}^{-2}$ . Os baixos valores de densidade encontrados nos estudos com arrasto podem ser explicados, em parte, pela baixa eficiência das redes, uma vez que nestes casos, o polvo é considerado fauna acompanhante, já que as redes de arrasto de fundo não são construídas especificamente para a pesca de polvos. Além disso, a incrível plasticidade do corpo destes cefalópodes permite que eles passem através da malha das redes, evitando a captura. Em contrapartida, os altos valores de densidade encontrados no presente estudo podem ser explicados pela área reduzida da Marina Ponta do Poço, além da grande disponibilidade de alimento, abrigo e ausência de predadores. Todos



estes fatores favorecem a agregação de polvos em uma área delimitada. Vários estudos já relacionaram padrões de distribuição e abundância de diversas espécies de polvos com as características do habitat (Yarnell, 1969; Wells, 1978; Mather e O'Dor, 1991; Leite et al., 2009).

O grande número de animais capturados nos meses outubro, novembro e dezembro indicam que a primavera é um período de pico reprodutivo, no qual ocorrem altas abundâncias de polvos. Resultados semelhantes foram encontrados nas Ilhas Canárias, na Espanha (Hernández-García et al., 2002), e na costa de Florianópolis, no sul do Brasil (Teixeira, 2011). Outros estudos mostraram que, no início da primavera, fêmeas migram para águas costeiras rasas em busca de abrigos seguros para a postura dos ovos (Mangold-Wirz, 1963; Mangold, 1983; Guerra, 1992; Rodríguez-Rúa et al., 2005). Aparentemente, a temperatura é um dos principais fatores responsáveis pela concentração de polvos para a reprodução (Hernández-García et al., 2002). A ocorrência de fêmeas maduras na primavera, quando a temperatura da água ainda é menor que no verão, parece ser sincronizada com o desenvolvimento embrionário, que dura de 80 a 135 dias em temperaturas entre 13 a 20°C (Iglesias et al., 2000). Então, a eclosão das paralarvas começa a ocorrer desde o final da primavera até o verão, quando as temperaturas mais altas aceleram o crescimento dos pequenos polvos, auxiliado pela maior disponibilidade de alimentos das águas costeiras rasas (Wood e O'Dor, 2000).

Por outro lado, a menor abundância de polvos registrada no verão deve estar relacionada à semelparidade destes cefalópodes, e a substituição da população por pequenos juvenis. Os polvos se reproduzem apenas uma vez na vida e morrem em seguida. Os machos geralmente morrem após o período de transferência dos gametas. Já as fêmeas, durante o período de incubação dos ovos, param de se alimentar e dedicam-se exclusivamente ao cuidado dos mesmos, oxigenando-os e mantendo-os livres de fungos, morrendo logo após a eclosão (Mangold, 1983). As fêmeas capturadas nos meses de verão estavam principalmente nos estágios I (imaturo) e II (em maturação), assim como registrado por Otero et al. (2007) nos períodos de verão e outono na Galícia. De acordo com Hernández-García et al. (2002), os polvos adultos morrem após a desova no final da primavera, e esta população é substituída por indivíduos mais jovens, que migram para as águas costeiras rasas no verão. Portanto, estas fêmeas jovens provavelmente desovam no outono, período em que foi identificado outro pico reprodutivo na Galícia.

A quantidade de machos maduros foi bem maior do que aqueles nos outros estágios de maturação (I e II), e foram sempre presentes ao longo de todo o período de coleta. Na costa sul africana (Oosthuizen e Smale, 2003), na costa atlântica da Andalusia (Rodríguez-Rúa et al., 2005) e na costa leste da Espanha (Quetglas et al., 1998; Otero, 2006), a ocorrência de machos maduros ao longo de todo o ano é tida como uma característica das populações de *O. vulgaris*. No Golfo de Cádiz, na Espanha, Silva (2002) concluiu que a formação de espermatóforos em machos de *O. vulgaris* é um processo que ocorre continuamente, permitindo várias cópulas com as fêmeas, o que explica a permanente ocorrência dos machos maduros ao longo de todo o ano. No presente estudo faltam dados de outono e inverno, porém em Florianópolis, no sul do Brasil, Teixeira (2011) não encontrou machos maduros durante este período.

A escala de maturação macroscópica para identificar os estágios de maturação gonadal dos polvos se mostrou bastante útil. Como esta escala considera apenas as características morfológicas visíveis dos órgãos reprodutores, apenas uma rápida análise do estado fisiológico das gônadas é possível. Para se definir com precisão o estágio de desenvolvimento da gametogênese e relacioná-la à aparência morfológica das gônadas, é necessária também a análise microscópica (Gonçalves et al., 2002). Entretanto, Lima (2012) investigou a eficácia da análise macroscópica, comparada à microscópica, e encontrou uma correspondência significativa entre as análises, identificando poucas diferenças apenas entre estágios próximos.

A razão sexual verificada para fêmeas e machos de *O. vulgaris* durante os meses de coleta não foi significativamente diferente de 1:1, mesmo analisando os meses separadamente. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos (Silva, 2002; Rodríguez-Rúa et al., 2005; Teixeira, 2011), em diferentes locais. Porém, variações na proporção sexual são difíceis de serem explicadas, pois podem ocorrer por diversos fatores como comportamento de desova das fêmeas, mortalidade pós-desova e agrupamento natural por tamanho e sexo (Fernández-Núñez et al., 1996). Além disso, esta razão também pode variar entre os diferentes estudos, por diferenças nas amostragens através da seletividade do método empregado (Gonçalves, 1993). Mesmo assim, Borges (1999) não encontrou diferenças significativas de proporção sexual entre métodos de pesca distintos (arrasto ou potes) e entre profundidades, na costa de Algarve, Portugal.

No presente estudo, as menores médias de peso, CM e DEO dos machos em relação às fêmeas nos estágios de maturação II e III indicam que os machos de *O.*

*vulgaris* atingem a maturidade sexual antes das fêmeas. Nas ilhas Canárias, na Espanha, Hernández-García et al. (2002) registraram o tamanho mínimo de CM da primeira maturação sexual em *O. vulgaris* de 10,5 cm para os machos, e 11,3 para as fêmeas. No nordeste do Brasil, machos de *O. insularis* também apresentaram menor tamanho de primeira maturação que as fêmeas (Lima, 2012). Os machos da maioria das espécies de *Octopus* apresentam uma maturação precoce, pois desaceleram o crescimento somático para investir no desenvolvimento reprodutivo. Em contrapartida, as fêmeas prolongam o tempo investido em crescimento corporal, pois necessitam de uma maior reserva energética durante o período de incubação dos ovos, quando as mesmas param de se alimentar (Mangold, 1983, Boyle e Rodhouse, 2005).

A relação entre CM x peso forneceu valores de coeficientes angulares semelhantes aos encontrados em outros estudos, que ficaram em torno de 2,33 – 3,41 (Silva et al., 2002; Tomás, 2002). Apenas para os machos, separadamente, o valor foi um pouco menor (1,92), indicando que estes possuem menores taxas de incremento de peso por tamanho, quando comparado às fêmeas. Mas mesmo assim, para estes parâmetros, todos os resultados indicaram um crescimento relativo do tipo alométrico negativo ( $b < 3$ ), no qual à medida que o CM aumenta o peso também aumenta, mas em uma taxa menor. A relação CM x peso em machos e fêmeas pode variar ou não para uma mesma população durante o seu desenvolvimento, conforme o modo de alocação de energia ao longo de seu ciclo de vida e estágio de maturação (O'Dor e Wells, 1978; O'Dor, 1998; Boyle e Rodhouse, 2005). A relação entre DEO x peso também mostrou um crescimento relativo alométrico negativo, o que significa que o aumento da DEO ocorre em uma taxa maior que o incremento de peso. Todas as relações entre as variáveis biométricas apresentaram alto grau de correlação, com exceção de CM x DEO para os machos ( $r = 0,66$ ). A maior correlação encontrada foi entre CM x peso, porém as relações DEO x peso e CM x DEO são mais importantes na aplicação prática em campo. Através dessas correlações, é possível estimar o peso e o CM dos polvos através da DEO. Isso evita a remoção dos animais das tocas para medição e pesagem, minimizando o estresse da manipulação (Aronson, 1982).

A ocorrência de *O. vulgaris* na Marina Ponta do Poço amplia o conhecimento existente a respeito da ecologia desta espécie e a complexidade de estudos relacionados ao seu hábitat e nicho ecológico. Por ser uma espécie exclusivamente marinha e viver sob condições de salinidade normalmente altas, a presença dos polvos em uma região estuarina, onde as variáveis ambientais sofrem grandes alterações, pode revelar que

existem adaptações por parte dessas populações em particular para ocuparem este ambiente com suas características distintas. Também é interessante notar que a Marina Ponta do Poço é uma estrutura de origem antrópica, que ao longo dos anos ofereceu condições ideais para a ocorrência de polvos, com disponibilidade de abrigos, ausência de predadores e abundância de alimentos, além de condições ambientais consideradas aceitáveis às suas exigências. Estes fatores favorecem a agregação destes animais no local durante o período reprodutivo, obtendo sucesso desde a cópula até a eclosão e dispersão das paralarvas. Provavelmente estes polvos presentes na marina migram para o local, vindos da plataforma continental, onde os riscos à sobrevivência são maiores, pela presença de predadores como garoupas e meros, que habitam as ilhas e recifes artificiais na região da plataforma. Além disso, a presença destes polvos na Marina Ponta do Poço e o sucesso reprodutivo encontrado no local são importantes para uma reposição de estoque bem sucedida, proporcionando a manutenção da população de *O. vulgaris*. Provavelmente esta ocorrência não se limita à marina, mas para uma avaliação mais detalhada sobre a distribuição de polvos na costa paranaense, são necessários estudos abrangendo outros potenciais pontos de ocorrência no estuário, ilhas e plataforma continental, contando com informações de pescadores e mergulhadores.

Estudos que buscam compreender a biologia e ecologia de uma espécie em regiões com tais características são importantes para fornecer subsídios para um melhor conhecimento das adaptações ecológicas e evolutivas, manejo desta espécie como recurso pesqueiro, e conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelotti, R. 2008. Variabilidade da Pluma e da Estratificação Termo-Halina na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá e Plataforma Continental adjacente. 153f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná.
- Angulo, R.J. 1992. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. 334f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Aronson, R.B. 1982. An underwater measure of Octopus size. *Veliger*. 24:375–377.
- Aronson, R.B. 1986. Life history and den ecology of *Octopus briareus* Robson in a marine lake. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*, 95, 37–56.
- Belcari, P., Cuccu, D., González, M., Srairi, A., Vidoris, P. 2002. Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda:Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 66: 157–166.
- Boletzky, S.V. 2003. Biology and early life stages in cephalopod molluscs. *Adv. Mar. Biol.*, 44, 144–202.
- Boletzky, S.V., Hanlon, R.T. 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Mem. Natl. Mus. Vic.*, 44: 147-187.
- Borges, T.C. 1999. Dinâmica de recursos e padrões de pescarias de cefalópodes na costa do Algarve e Golfo de Cádiz (ALCACEPH).
- Boyle, P., Rodhouse, P. 2005. *Cephalopods: Ecology and Fisheries*. Blackwell Publishing, Oxford, 464 pp.
- Cowen, R.K., Paris, C.B., Srinivasan, A. 2006. Scaling of connectivity in marine populations. *Science* 311: 522–527.
- De Groot, S.J. 1995. Edible species. In: Ruiter, A. (Ed.), *Fish and Fishery Products: Composition, Nutritive Properties and Stability*. CAB International, UK, 31-76.
- FAO. 2012. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*. Rome. 209 pp.

- Fernández-Núñez, M.M., Hernández-González, C.L., Raya, C.P., Balguerías, E. 1996. Reproductive biology of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, from North Western African Coast (21°N - 26°N). ICES CM/K 15. 19 p.
- Fonseca, P., Campos, A. 2002. Bottom trawl codend selectivity for cephalopods in portuguese continental waters. Fish. Res., 59: 263-271.
- Gonçalves, J.M. 1993. *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (polvo comum): Sinopse da biologia e exploração. – Trabalho de síntese a apresentar para as Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, para acesso à categoria de Assistente de Carreira Docente Universitária. Universidade dos Açores. Departamento de Oceanografia e Pescas, Açores, 469p.
- Gonçalves, I., Sendão, J., Borges, T.C. 2002. *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae) gametogenesis: A histological approach to the verification of the macroscopic maturity scales. Abhandlungen Der Geologischen Bundesanstalt, 57: 79-88.
- González, A.F., Otero, J., Guerra, A., Prego, R., Rocha, F.J., Dale, A.W. 2005. Distribution of common octopus and common squid paralarvae in a wind-driven upwelling area (Ria of Vigo, northwestern Spain). Journal of Plankton Research 27, 271–277.
- Guerra, A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. Investigación Pesquera 39 (2), 397-416.
- Guerra, A. 1981. Spatial distribution pattern of *Octopus vulgaris*. J. Zool., 195: 133-146.
- Guerra, A., Roura, A., González, A.F., Pascual, S., Cherel, I., Pérez-Losada, M. 2010. Morphological and genetic evidences that octopus from Amsterdam and Saint Paul Islands waters (southern Indian Ocean) is *Octopus vulgaris*. ICES J. Mar. Sci. 67, 000–10.
- Hanlon, R.T., Messenger, J.B. 1996. Cephalopod Behaviour. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Hartwick, E.B., Ambrose, R.F., Robinson, M.C. 1984. Dynamics of shallow-water population of *Octopus dofleini*. Mar. Biol. 82, 65–72.

- Hernández-García, V., Hernández-López, J.L., Castro-Hdez, J.J. 2002. On the reproduction of *Octopus vulgaris* off the coast of the Canary Islands. Fisheries Research 57, 197-203.
- Huffard, C.L., Caldwell, R.L., Boneka, F. 2008. Mating behavior of *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny 1834) (Cephalopoda: Octopodidae) in the wild. Mar. Biol. 154, 353–362.
- Iglesias, J., Sánchez, F.J., Otero, J.J., Moxica, C. 2000. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): Present knowledge, problems and perspectives. Cah. Opt. Médit 47, 313-321.
- Iglesias, J., Fuentes, L., Sánchez, J., Otero, J.J., Moxica, C., Lago, M.J., 2006. First feeding of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 paralarvae using *Artemia*: effect of prey size, prey density and feeding frequency. Aquaculture 261 (2), 817–822.
- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba. Curitiba, 2 v, 1990.
- Iribarne, O.O., 1991. Life history and distribution of the small south-western Atlantic octopus, *Octopus tehuelchus*. J. Zool. Lond. 223, 549–565.
- Katsanevakis, S., Verriopoulos, G. 2004. Abundance of *Octopus vulgaris* on soft sediment. Scientia Marina 68: 553–560.
- Knoppers, B.A., Brandini, F.P., Thamm, C.A. 1987. Ecological studies in the Paranaguá Bay II. Some physical and chemical characteristics. Nerítica, Curitiba, v. 2, 1-36.
- Lamour, M.R., Soares, C.R., Carrilho, J.C. 2004. Mapas dos parâmetros texturais dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – Pr. Boletim Paranaense de Geociências 55, 77-82.
- Lana, P.C., Marone, E, Lopes, R.M., Machado, E.C. 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay. In: Seeliger, U., Kjerfve, B. (eds.). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Berlin: Springer, 132-145.
- Leite, T.S., Haimovici, M., Mather, J., Lins-Oliveira, J.E. 2009. Habitat, distribution, and abundance of the commercial octopus (*Octopus insularis*) in a tropical oceanic island, Brazil: Information for management of an artisanal fishery inside a marine protected area. Fisheries Research 95, 85-91.

- Lima, F.D. 2012. Dinâmica populacional e aspectos reprodutivos do *Octopus insularis* (Cephalopoda: Octopodidae): implicações para o manejo da pesca de polvo no município de Rio do Fogo – RN. 99f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Departamento de Oceanografia e Limnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Lopes, G.M. 2010. Aplicação de um modelo numérico hidrodinâmico para as baías de Paranaguá e Antonina - PR. 134f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná.
- Mangold-Wirz, K. 1963. Biologie des cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. Vie Milieu (Suppl) 13:I-285.
- Mangold, K. 1983. Food, feeding and growth in cephalopods. Mem Natl Mus Vic 44, 81–93.
- Mangold, K. 1998. The Octopodinae from the eastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. Smithsonian Contributions to Zoology 586, 521–528.
- Mantovanelli, A. 1999. Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem. Curitiba. 149f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Marone, E. 1997. Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. Pontal do Sul: UFPR. v. 2. Relatório consolidado do convênio APPA/CEM.
- Marone, E., Jamiyanaa, D. 1997. Tidal characteristics and a numerical model for the M2 tide at the estuarine complex of the Bay of Paranaguá. Nerítica, v. 11, 95-107.
- Mather, J.A. 1982. Factors affecting the spatial distribution of natural populations of *Octopus joubini*. Animal Behaviour. v. 30. p. 1166- 1170.
- Mather, J.A., O'Dor, R.K. 1991. Foraging strategies and predation risk shape the natural history of juvenile *Octopus vulgaris*. Bulletin of Marine Science, 49:256-269.
- Moussa-Harouna, S., Technichkov, P.P. 1985. Influences des conditions thermiques sur le rendement de la peche des poulpes (*Octopus vulgaris*) dans la region du Cap Blanc. Bull. Cent. Natl. Rech. Oceanogr. Peches Maurit. 13 (1), 85-92.



- Noernberg, M.A., Lautert, L.F.C., Araújo, A.D., Marone, E., Angelotti, R., Netto Jr, J.P.B., Krug, L.A. 2006. Remote sensing and GIS integration for modelling the Paranaguá estuarine complex Brazil, SI 39 (Proccendigs of the 8th International Coastal Symposium), 1627 - 1631. Itajaí, SC, Brazil, ISSN 0749-0208.
- Norman, M.D. 2000. Cephalopods: A World Guide. Hackenheim, Germany: ConchBooks.
- Norman, M. 2003. Cephalopods of the World: A World Guide. ConchBooks, Hakenheim, Germany.
- O'Dor, R.K. 1998. Can understanding squid life-history strategies and recruitment improve management? S.Afr.J.Mar.Sci., 20: 193-206.
- O'Dor, R.K., Wells, M.J. 1978. Reproduction versus somatic growth: hormonal control in *Octopus vulgaris*. J. exp. Biol. 77: 15-31.
- Oliveira, L.H.S. 2009. Aplicação de um modelo para a classificação de corpos d'água do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. 97f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná.
- Oosthuizen, A., Smale M.J. 2003. Population biology of *Octopus vulgaris* on the temperate south-eastern coast of South Africa. Journal of the Marine Biological Association UK 83, 4201/4201-4207.
- Otero, J. 2006. Ecología del pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) en un área de afloramiento costero (Galicia, NE Atlántico). PhD dissertation, University of Vigo, Spain
- Otero, J., González, A.F., Sieiro, M.P., Guerra, A. 2007. Reproductive cycle and energy allocation of *Octopus vulgaris* in Galician waters, NE Atlantic. Fisheries Research 85, 122-129.
- Otero, J., Álvarez-Salgado, X.A., González, A.F., Gilcoto, M., Guerra, A. 2009. High-frequency coastal upwelling events influence *Octopus vulgaris* larval dynamics on the NW Iberian shelf. Mar Ecol Progr Ser 386, 123-132.
- Passarella, K.C., Hopkins, T.L. 1991. Species composition and food habits of the micronektonic cephalopod assemblage in the eastern Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science 49, 638–659.

- Piatkowski, U. 1998. Modern target sampling techniques provide new insights into the biology of early life stages of pelagic cephalopods. *Biol. Mar. Med.*, 5, 260–272.
- Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P., Sánchez, P. 1998. Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fisheries Research* 36, 237-249.
- Rocha, F., Guerra, A., Prego, R., Piatkowski, U. 1999. Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). *J Plankton Res* 21:21–33
- Rodríguez-Rúa, A., Pozuelo, I., Prado, M.A., Gómez, M.J., Bruzón, M.A. 2005. The gametogenic cycle of *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) as observed on the Atlantic coast of Andalusia (south of Spain). *Marine Biology* 147, 927–933.
- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J., Nauen, C.E. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 3:277p.
- Röpke, A., Nellen, W. Piatkowski, U. 1993. A comparative study on the influence of the pycnocline on the vertical distribution of fish larvae and cephalopod paralarvae in three ecologically different areas of the Arabian Sea. *Deep-Sea Res.*, 40, 801–819.
- Santos, E.P. 1978. Dinâmica de Populações aplicada à pesca e piscicultura. HUCITEC, EDUSP, São Paulo. 129p.
- Scheel, D., Lauster, A., Vincent, T.L.S., Theile, R., 2007. Habitat ecology of *Enteroctopus dofleini* from middens and live prey surveys in Prince William Sound, Alaska. In: Landman, N.H., Davis, R.A., Mapes, R.H. (Eds.), *Cephalopods Present and Past: New Insights and Fresh Perspectives*. Springer, Netherlands, pp. 434–458.
- Silva, L., Sobrino, I., Ramos, F. 2002. Reproductive biology of the common octopus, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopodidae) in the gulf of cádiz (SW Spain). *Bulletin of Marine Science* 71(2), 837–850.
- Siqueira, A., Kolm, H.E. 2005. Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Health and Environment Journal* Vol.6. n.1.
- Sturges, H.A. 1926. A choice of a class interval. *J. Am. Stat.*, 21: 65-66.

- Takumiya, M., Kobayashi, M., Tsuneki, K., Furuya, H. 2005. Phylogenetic relationships among major species of Japanese coleoid cephalopods (Mollusca: Cephalopoda) using three mitochondrial DNA sequences. *Zoological Science*, 22: 147–155.
- Teixeira, P.B. 2011. Biologia reprodutiva do polvo *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) no sul do Brasil. 65f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Teske, P.R., Oosthuizen, A., Papadopoulos, I., Barker, N.P., 2007. Phylogeographic structure of *Octopus vulgaris* in South Africa revisited: identification of a second lineage near Durban harbour. *Mar. Biol.* 151, 2119–2122.
- Tomás, A.R.G. 2003. Dinâmica Populacional e Avaliação de Estoques do Polvo-Comum, *Octopus cf. vulgaris* Cuvier, 1797 (Mollusca, Cephalopoda, Octopodidae) no sudeste-sul do Brasil. 464f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- VAZ-PIRES, P., SEIXAS, P., BARBOSA, A. 2004. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review. *Aquaculture* 238, 221–238.
- Vecchione, M. 1987. Juvenile ecology. In: *Cephalopod Life Cycles*. 2. Comparative Reviews, pp. 61-84. Ed. by P. R. Boyle. Academic Press, London. 441 pp.
- Vidal, E.A.G., Dimarco, P.F., Lee, P.G. 2006. Effects of starvation and recovery on the survival, growth and RNA: DNA ratio in loliginid squid paralarvae. *Aquaculture* 260: 94–105.
- Vidal, E.A.G., Haimovici, M., Hackbart, V.C.S. 2010a. Distribution of paralarvae and small juvenile cephalopods in relation to primary production in an upwelling area off southern Brazil. *ICES J. Mar. Sci.*, 67 (7), 1346-1352.
- Vidal, E.A.G., Fuentes, L., da Silva, L.B. 2010b. Defining *Octopus vulgaris* populations: A comparative study of the morphology and chromatophore pattern of paralarvae from Northeastern and Southwestern Atlantic. *Fish Res* 106 (2), 199-208.
- Wells, M.J. 1978. *Octopus: Physiology and behavior of na advanced invertebrate*. London: Chapman & Hall.

- Wood, J.B., O'Dor, R.K. 2000. Do larger cephalopods live longer? Effects of temperature and phylogeny on interspecific comparisons of age and size at maturity. *Marine Biology*, 136(1), 91.
- Yamassaki, G.E. 2011 Dinâmica populacional de *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. 51f. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) – Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná.
- Yarnell, J.L. 1969. Aspects of the behaviour of *Octopus cyanea* (Gray). *Anim Behav* 17:747-754.